

IRAT

LES RECHERCHES RIZICOLES AGROPÉDOLOGIQUES AU SENEGAL

Bilan de recherches - Programme de travaux

RAPPORT DE MISSION

du 3 Novembre au 12 Décembre 1962

S. BOUYER

Chef du Service Fertilité et Fertilisation de l'I.R.A.T.

I. R. A. T.

LES RECHERCHES RIZICOLES
AGROPEDOLOGIQUES AU SENEGAL

Bilan de recherches - Programme de travaux

RAPPORT DE MISSION

du 3 Novembre au 12 Décembre 1962

S. B O U Y E R
Chef du Service Fertilité et Fertilisation de l'I.R.A.T.

T A B L E D E S M A T I E R E S

INTRODUCTION -

Première partie - Bilan des recherches rizicoles conduites au Sénégal au cours des dernières années (Agropédologie)

A - Recherches effectuées en Casamance.

Aa - Riziculture pluviale -

1 - Fertilité des sols :

- études pédologiques de base;
- évolution de la fertilité des sols sous culture;
- conservation de la fertilité;

2 - Fertilisation des sols:

- fumure organique;
- phosphatage de fond;
- fumure annuelle d'entretien;

Ab - Riziculture irriguée en Basse -Casamance.

1 - Fertilité des sols.

2 - Fertilisation des sols.

B - Recherches effectuées dans la région du Bao-Bolon.

1 - Fertilité des sols.

2 - Fertilisation des sols.

C - Recherches effectuées à la Station Expérimentale de RICHARD-TOLL.

1 - Fertilité des sols :

- études pédologiques de base;
- évolution de la fertilité des sols sous culture;
- conservation de la fertilité.

2 - Fertilisation des sols :

- fumure organique;
- amélioration foncière des sols;
- fumure minérale d'entretien.

.../....

Deuxième partie - Programme de recherches et d'expérimentation rizicoles applicable à la Casamance.

A - Riziculture de terre inondée en Basse-Casamance.

1 - Chimie des sols :

- phénomènes de toxicité;
- dynamique des éléments fertilisants;
- fertilité actuelle des autres types de sols.

2 - Amélioration de la fertilité :

- élimination de la toxicité :
 - par lessivage;
 - par amendement.
- relèvement du niveau de fertilité chimique;
- fumure organique.

3 - Prospections et cartographie .

B - Riziculture de terre sèche.

Ba - riziculture pluviale.

Bb - Riziculture de thalweg avec apport supplémentaire d'eau de ruissellement ou de crue.

1 - Etudes pédologiques.

2 - Conservation des sols.

3 - Etudes de fertilité et fertilisation.

Troisième partie - Projet de programme 1963 pour la Station Expérimentale de SEFA.

A - Recherches sur la fertilité et la fertilisation des sols.

1 - Etude de la fertilité actuelle des sols:

- recherche en vases de végétation des carences des sols en éléments nutritifs;
- étude analytique en laboratoire des mêmes sols.

.../....

- 2 - Recherche de rotations culturales conservatrices de la fertilité du sol:
- essai de rotation: arachide-céréale;
 - essai de rotations à base de cotonnier;
 - recherches préliminaires relatives à l'introduction d'une sole fourragère dans la rotation.

- 3 - Recherches sur la fertilisation des sols:
- amélioration foncière des sols;
 - fertilisation à court terme:
 - a/ - fertilisation du maïs;
 - b/ - fertilisation du cotonnier;
 - c/ - étude des modalités d'application de la fumure azotée sur riz;
 - d/ - étude des modalités d'application de la fumure azotée sur mil;
 - e/ - essai sur l'amélioration de la fertilité par l'enfouissement d'un mélange de paille et de scories;
 - f/ - essais multilocaux.

B - Etudes sur la conservation des sols.

- 1 - Rotations.
- 2 - Erosion.
- 3 - Dispositifs antiérosifs.

C - Prospections et cartographie.

D - Conditions de réalisation de ce programme.

- 1 - Les moyens de travail nécessaires:
 - personnel et main-d'oeuvre;
 - petits investissements;
 - terrains d'expérimentation;
 - matériel d'expérimentation.
- 2 - Organisation et coordination des recherches -
Articulation du Secteur de Recherche Agronomique de la Casamance avec le Centre de Recherches Agronomiques de Bambey.

CONCLUSIONS GENERALES.

I N T R O D U C T I O N

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

Cette mission, qui s'est déroulée au Sénégal du 3 Novembre au 12 Décembre 1962, avait un triple objectif :

- dresser le bilan des recherches rizicoles conduites, en matière d'agropédologie, au cours des dernières années au Sénégal: en Casamance pour le riz pluvial et le riz irrigué, dans la région du Bao-Bolon, et enfin sur la Station Expérimentale de Richard-Toll; ce travail devait être effectué en collaboration avec monsieur CHABROLIN, Chef du Service Riz de l'I.R.A.T. et avec Monsieur COULY, Directeur de la Station de Richard-Toll, et en liaison avec les Services de l'Agriculture du Sénégal;

- préparer un programme de recherches et d'expérimentation rizicoles, applicable à la Casamance, en matière d'agropédologie; ce programme devait être établi en collaboration avec Monsieur CHABROLIN et en liaison avec les Services de l'Agriculture du Sénégal d'une part et les divers organismes appelés par le Gouvernement du Sénégal pour étudier et promouvoir le développement agricole de la Casamance d'autre part;

- achever avec monsieur LELER, Chef de la Section d'Agropédologie de la Station de SEFA, le programme d'expérimentation en cours; proposer pour cette station un programme pour 1963; définir les moyens en cadres, personnel subalterne et main-d'oeuvre nécessaires à l'exécution de ce nouveau programme, dans l'optique de l'intégration du Secteur de Recherches Agronomiques de la Casamance au Centre de recherches agronomiques de Bambey; définir, avec le Directeur de ce Centre et le Directeur de la Station de SEFA, et en liaison avec les Services de l'Agriculture du Sénégal, l'articulation Bambey-Casamance, pour la conception et l'exécution du futur programme d'agropédologie et fertilisation des sols confiés à l'I.R.A.T. en Casamance.

P R E M I E R E P A R T I E

* : * *

BILAN DES RECHERCHES RIZICOLES CONDUITES AU SENEGAL
AU COURS DES DERNIERES ANNEES
(AGROPEDOLOGIE)

Le Sénégal a produit en 1961 plus de 80.000 tonnes de paddy, sur une superficie approximative de 70.000 hectares. Il existe plus de 50.000 hectares de rizières traditionnelles, localisées surtout en Basse Casamance, et dont les rendements sont assez faibles; dans cette zone les recherches sont encore très peu avancées. Par contre dans le delta du Fleuve Sénégal, la Société pour le Développement de la Riziculture au Sénégal (S.D.R.S.) obtient des rendements voisins de trois tonnes à l'hectare, sur environ 3000 hectares, grâce aux recherches qui ont été conduites depuis un peu plus de quinze ans à la Station Expérimentale de RICHARD-TOLL. De même en Moyenne Casamance, la Société de Développement Agricole et Industriel de la Casamance (S.O.D.A.I.C.A.) applique en riziculture pluviale les premiers résultats obtenus au cours des dix dernières années à la Station Expérimentale de SEFA.

A - Recherches effectuées en Casamance .

Aa - Riziculture pluviale -

C'est la Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux (C.G.O.T.) qui entreprit les premières études à la Station de SEFA, en vue d'introduire le riz en rotation avec l'arachide; les recherches ont été confiées successivement, ou simultanément dans certains cas, au Centre de Recherches agronomiques de BANBAY, au Centre de Recherches Rizicoles, à l'O.R.S.T.O.m. et plus récemment à l'I.R.A.T.; de la multiplicité des résultats obtenus, certains faits très importants se dégagent.

1 - Fertilité des Sols :

Etudes pédologiques de base: les terres de moyenne Casamance susceptibles de permettre la riziculture pluviale sont soit des terres beiges, appartenant au groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés, soit des terres rouges appartenant au groupe des sols faiblement ferrallitiques.⁽¹⁾

Nota - Les chiffres entre parenthèse, renvoient à la bibliographie.

Les sols beiges sont les plus fréquents; ils sont un peu moins riches que les sols rouges, mais ils présentent une meilleure stabilité structurale et sont moins sensibles à l'érosion. Formés sous forêt, ces terrains sont avant défrichement assez riches en matière organique (environ 2 pour 100); ils sont par contre pauvres en phosphore et potassium (annexe 1).

Evolution de la fertilité des sols sous culture :

après défrichement et mise en culture mécanique on a observé une transformation des profils avec apparition d'un horizon humifère plus profond, mais en même temps une dégradation de la structure, une acidification et un appauvrissement en éléments fertilisants .

La mise en place en 1954 d'un dispositif spécial pour l'étude de l'érosion, comportant dix parcelles de terrain à pentes différentes avec cuves réceptrices pour les eaux de ruissellement, a permis de mettre en évidence une augmentation rapide de l'érosion par ruissellement lorsque la pente est supérieure à 1 pour 100; de même l'érosion est plus importante sur un terrain soumis à la culture mécanique que sur un terrain exploité par les méthodes traditionnelles (annexe 2); on a été amené à conseiller de limiter le plus possible les travaux mécanisés et en particulier les travaux de pulvérisation; on a pu noter cependant, à l'actif de la riziculture, qu'elle favorise moins l'érosion qu'on ne le pensait, moins par exemple que la culture de l'arachide.

Conservation de la fertilité :

les nombreux essais de rotations effectués (2), qui n'ont certes pas tous été réalisés de façon parfaite, permettent cependant de conclure sur les points suivants:

- si l'on veut éviter une dégradation rapide de la fertilité du sol, il faut respecter l'alternance légumineuse - graminée ; le riz en particulier ne doit être cultivé qu'après arachide; il faut éviter la culture continue de riz qui entraîne une chute rapide des rendements, même avec engrais; il faut éviter de même les successions mil-riz, sorgho engrais vert - riz, jachère - riz;

- si l'on veut maintenir les rendements sur ces sols, qui ne sont pas très riches à l'origine, il faut prévoir une fumure d'entretien sur les cultures successives de la rotation et en particulier sur riz;

- il est nécessaire de prévoir une sole de régénération dont la meilleure forme semble être pour l'instant le sorgho engrais vert;

- si ces conditions sont remplies, il est possible d'augmenter la durée du cycle de la succession culturale, donc de diminuer la fréquence de la sole de régénération improductive; on peut ainsi envisager une intensification de la culture par substitution à la rotation quadriennale:

sorgho engrais vert-arachide - riz - arachide, initialement adoptée, d'une rotation sexennale ou peut-être même plus longue encore.

Un essai à caractère démonstratif, réalisé sur des parcelles de un hectare (essai F2), a bien mis en évidence l'évolution des rendements dans le cadre de diverses successions culturales (annexe 3); c'est ainsi que dans le cas de la culture continue du riz, le rendement diminue considérablement, même avec application d'engrais NPK; il devient très faible à la septième année (150kg/ha); par contre après huit ans de l'alternance arachide-riz, le rendement en riz est encore de 860kg à l'hectare en 1961 et le rendement en arachide de 1200kg en 1962.

En résumé s'il a été établi de façon certaine que l'alternance légumineuse-graminée est l'une des conditions à respecter à SEFA pour conserver la fertilité du sol, il reste à préciser pendant combien d'années peut durer cette alternance; en effet, même en apportant une fumure d'entretien sur chaque culture de la rotation, il vient un moment où il faut aussi enfouir de la matière organique; la graminée (sorgho) n'est pas récoltée cette année-là, elle est enfouie comme engrais vert; c'est la fréquence optima de cette sole de régénération que l'on ne connaît pas encore.

2 - Fertilisation des sols :

Fumure organique :

à défaut de fumier, puisqu'il n'y a que très peu d'élevage dans la région de SEFA, c'est sur l'enfouissement d'engrais vert qu'ont porté les études; il a été réalisé également quelques essais avec fumier artificiel.

Le choix de la plante engrais vert s'est finalement porté sur le sorgho. Certes l'enfouissement d'une légumineuse présenterait un grand intérêt à différents points de vue:

- on pourrait adopter la succession culturale suivante: engrais vert (légumineuse) - graminée - arachide - graminée - arachide - graminée, ce qui permettrait d'augmenter la part des productions vivrières;

- grâce à leur enracinement profond, les légumineuses font remonter des éléments fertilisants en surface.

- certaines enrichissent le sol en azote, grâce aux nodosités de leurs racines.

Mais il existe aussi des inconvénients :

- la quantité de matière verte produite est moins importante que celle du sorgho;

- certaines sont difficiles à enfouir;

- elles produisent relativement peu de graines et il faudrait une sole semencière importante pour produire les semences nécessaires à la sole d'engrais vert;

- certaines peuvent héberger des parasites.

C'est pourquoi, bien que des espèces telles que *Cassia tora*, *Cajanus indicus* (Pois d'Angole), *Crotalaria* etc... soient intéressantes à plusieurs points de vue, on leur préfère actuellement le sorgho, qui produit un fort tonnage de matière verte, qui n'exige pas de champ semencier spécial, et qui s'enfouit assez bien; d'autre part son système racinaire, comme celui des autres graminées, a la propriété de provoquer une amélioration très nette de la structure du sol.

On a pu montrer que l'enfouissement de sorgho engrais vert est supérieur à la simple jachère, quant à l'augmentation des rendements des cultures qui suivent; on a enregistré des surcroûts de rendements sur arachide ou sur riz, atteignant 20 à 30 pour 100. Un autre effet utile est, comme nous l'avons déjà signalé, l'amélioration de la structure du sol et de sa stabilité; cette amélioration est d'ailleurs due à la fois au système racinaire et à l'enrichissement en humus. L'enrichissement en humus est surtout net en sol rouge; on a noté qu'il pouvait atteindre 40 pour 100, mais dans les conditions des expériences effectuées il n'était pas stable; si bien qu'on a pu émettre l'hypothèse que seul le système racinaire de la graminée cultivée aurait un effet favorable sur la structure et par suite indirectement sur le rendement; un sorgho grain serait alors aussi efficace qu'un sorgho engrais vert; on a cru pouvoir déduire d'un essai réalisé à ZIFA qu'une sole de sorgho avait les mêmes effets sur les cultures suivantes, et sur le riz de troisième année en particulier, quels que fussent les traitements appliqués à ce sorgho: enfouissement - récolte - coupe et exportation - mulch; c'est assez peu vraisemblable; l'expérience devrait être reprise, mais dans des conditions telles que l'engrais vert soit enfoui dans d'excellentes conditions (amélioration foncière minérale du sol - époque d'enfouissement).

Phosphatage de fond :

Les sols étant très pauvres en phosphore (teneur totale en F_2O_5 presque toujours inférieure à 300 ppm) il était tout indiqué de corriger cette carence à l'aide des phosphates naturels exploités au Sénégal (baylifos - phosphate de Taïba - phosphate alumino-calcaïque); mais ces phosphates, très peu solubles, n'agissant pas l'année même de leur épandage, on a choisi de les apporter sur la sole de régénération, avant l'enfouissement du sorgho engrais vert, l'humification de ce dernier devant accélérer la solubilisation des phosphates. Les nombreux essais effectués ont montré que cette technique permet évidemment d'enrichir le sol en phosphore, donc de corriger la carence initiale, mais aussi d'augmenter les rendements des cultures d'arachide et de riz qui viennent respectivement un an et deux ans après le phosphatage sur engrais vert; enfin, fait très important, l'opération peut être rentable si la dose de phosphate naturel de chaux (baylifos) est de 500kg à l'hectare (4); certains essais semblent montrer que cette dose est suffisante, mais le fait demande confirmation; il faudrait savoir en particulier si, dans le cadre d'une amélioration foncière complète sans souci de la rentabilité immédiate, mais avec recherche d'une rentabilité plus élevée à long terme, des doses plus élevées de phosphate (au moins une tonne) ne seraient pas plus intéressantes.

Fumure annuelle d'entretien :

on a orienté les recherches vers l'utilisation de formules NPK adaptées aux différentes cultures successives de la rotation; en principe on apporte P et K sur l'arachide et N sur le riz; on a pu montrer qu'un apport supplémentaire de phosphate bicalcaïque sur le riz est inutile lorsqu'il a été pratiqué un phosphatage de fond sur l'engrais vert; pour le potassium, les études sont à poursuivre; on a constaté cependant que les engrais potassiques ont un effet dépressif sur riz, lorsqu'il n'y a pas eu de phosphatage de fond préalable. Ce qui est connu de façon certaine, c'est que le riz doit recevoir au moins une fumure azotée s'il y a eu un phosphatage de fond préalable; la dose n'est pas encore bien précisée: 150 à 250 kg de sulfate d'ammoniaque. S'il n'y a pas eu de phosphatage de fond préalable, il semble que la fumure complète NPK soit nécessaire sur le riz.

On a entrepris une étude comparative de l'efficacité de deux formes d'apport de l'azote; un essai simple, réalisé en 1962, comportait les trois traitements suivants :

- 1 - témoin sans fumure azotée;
- 2 - perlurée;
- 3 - sulfate d'ammoniaque.

L'essai portait sur la variété R 67. On a pu mettre en évidence une action hautement significative de la perlurée et une action significative de sulfate d'ammoniaque; mais il n'était pas possible de conclure avec une probabilité suffisante à la supériorité de l'urée sur le sulfate d'ammoniaque; comme d'autre part les rendements obtenus étaient anormalement faibles en raison d'une levée irrégulière due au semis tardif, l'étude est à reprendre en 1963.

On a également étudié le fractionnement de la fumure azotée; les résultats obtenus ne permettent pas encore de formuler une conclusion définitive. Un premier essai fut réalisé en 1960 sur deux variétés de riz, l'une précoce (R 67), l'autre tardive (560 A); deux doses de sulfate d'ammoniaque, 100 et 200kg à l'hectare, étaient fractionnées de la façon suivante:

- 1 - doses successives de 25kg, au semis, au tallage, entre tallage et montaison, à la montaison;
- 2 - 2 doses de 50kg, une au tallage, l'autre à la montaison;
- 3 - 4 doses successives de 50kg, au semis, au tallage, entre tallage et montaison, à la montaison;
- 4 - 2 doses de 100kg, une au tallage, l'autre à la montaison.

Une fumure phospho-potassique uniforme était apportée dans toutes les parcelles.

Aucun effet significatif ne fut décelé sur la variété tardive 560 A. Par contre sur la variété précoce R 67, le traitement 1, comportant un fractionnement en quatre doses successives de 25kg, s'est révélé meilleur que le traitement 2.

Dans un autre essai, en 1962, on avait comparé les quatre traitements suivants :

- 1 - témoin sans fumure azotée;

.../...

- 2 - totalité de la fumure azotée (150kg de sulfate d'ammoniaque à l'hectare) au semis;
- 3 - même dose de sulfate d'ammoniaque, mais appliquée moitié au semis, moitié au tallage;
- 4 - même dose, mais appliquée en trois fois, un tiers au semis, un tiers au tallage, un tiers à la montaison.

La variété **cultivée** était R 67. Les trois traitements comportant un apport d'azote ont assuré des rendements arithmétiquement supérieurs à celui du témoin; malheureusement les différences constatées n'étaient pas significatives et il n'a pas été possible de conclure à la supériorité d'un mode d'épandage sur les autres. Ces recherches doivent être poursuivies en 1963.

En résumé le bilan des recherches effectuées sur le riz depuis une dizaine d'années à la Station Expérimentale de SEFA, en matière d'agropédologie, est très largement positif; après les études pédologiques de base qui ont permis de caractériser les grands types de sols, on s'est rapidement orienté vers les études sur la conservation de la fertilité de ces sols sous culture et sur l'amélioration de cette fertilité par la fertilisation; on a pu ainsi dégager certains principes fondamentaux sur le type de rotation à adopter, sur l'amélioration foncière des terres cultivées et sur le choix des fumures d'entretien (5-6). Il reste cependant bien des points à préciser quant au choix définitif d'une rotation et quant aux modalités de l'amélioration foncière d'une part, et de la fumure d'entretien d'autre part; ces mises au point définitives exigeront maintenant une grande précision dans la planification, la réalisation et l'exploitation des résultats des études expérimentales et analytiques; cette précision ne pourra être obtenue que par une stricte observation des principes suivants:

- soumettre les plans d'essais à l'accord du Service de Méthodologie de l'I.R.A.T. qui en discutera si nécessaire avec le Service de Biométrie de l'O.R.S.T.O.M.;

- effectuer une étude préalable très soignée des champs d'expérience: caractérisation du type de sol - histoire culturale du terrain - établissement d'une carte analytique;

- apporter également les plus grands soins à la préparation du terrain et à la mise en place des dispositifs expérimentaux; il est frappant de constater que de nombreux essais, qui ont exigé beaucoup de temps et de main-d'oeuvre, se sont soldés par des résultats qui ne permettent pas une conclusion statistiquement valable, bien que ces résultats comportent parfois des différences importantes suivant les traitements; c'est dû le plus souvent à une étude insuffisante de l'hétérogénéité initiale du sol et à une mise en place défectueuse des dispositifs, ou à un nombre de répétitions insuffisant;

- soumettre enfin les résultats au statisticien qui, le plus souvent est seul en mesure d'en assurer une exploitation complète sur le plan statistique.

On peut rattacher à toute cette série de recherches les études qui viennent d'être entreprises tout récemment en Haute-Casamance par la Société Centrale pour l'Équipement du Territoire (S.C.E.T.-Coopération); cette société agissant conjointement et solidairement sous le nom de Groupement d'Études Rurales en Casamance (G.E.R.C.A.) avec une autre société, l'International Land Développement Consultants Ltd (I.L.A.CO.) qui travaille en Basse Casamance, a pour mission l'étude des possibilités d'amélioration et d'extension de la riziculture, ainsi que l'organisation des casiers-pilotes, dans la partie méridionale de la République du Sénégal (Casamance et Haute Gambie-Koulountou). Les premières études ont porté, outre les enquêtes à caractère agronomique, économique et social, sur la prospection des thalwegs rizicultivables avec apport supplémentaire d'eau de ruissellement ou de crue. Une expérimentation simple sur la fertilisation avait été réalisée en 1961 sur le Casier-pilote expérimental de Kounkané, situé au sud de Vélingara; cet essai effectué sur la variété de riz D 52.37, comportait les traitements suivants :

- 1 - témoin sans engrais;
- 2 - 150kg de sulfate d'ammoniaque à l'hectare;

- 3 - 100kg de phosphate bicalcique;
- 4 - 100kg de chlorure de potassium;
- 5 - 150kg de sulfate d'ammoniaque + 100kg de phosphate bicalcique;
- 6 - 150kg de sulfate d'ammoniaque + 100kg de chlorure de potassium;
- 7 - 100kg de phosphate bicalcique + 100kg de chlorure de potassium;
- 8 - 150kg de sulfate d'ammoniaque + 100kg de phosphate bicalcique + 100kg de chlorure de potassium.

C'était donc un essai factoriel NPK 2³ du type essai d'orientation.

Les résultats ont mis en évidence une action positive significative des traitements azote seul, phosphore seul, azote + phosphore, azote + potassium; par contre le traitement NPK n'était pas significativement supérieur au témoin, ce qui semble en contradiction avec les autres résultats positifs. Les surcroîts de rendement obtenus étaient de l'ordre de 25 pour 100, soit 5 quintaux pour un rendement du témoin voisin de 20 quintaux.

Dans une seconde expérimentation réalisée également à Kouankané sur la variété de riz D 52.37 en 1962, les six traitements suivants furent mis en compétition :

- 1 - Témoin sans engrais;
- 2 - 10kg d'azote au repiquage + 10kg à la montaison (urée);
- 3 - 20kg d'azote au repiquage + 20kg à la montaison (urée);
- 4 - 40kg de P au labour (superphosphate triple) + 10kg d'azote au repiquage + 10kg à la montaison (urée);
- 5 - 40kg de P au labour (superphosphate) + 20kg d'azote au repiquage + 20kg à la montaison (urée);
- 6 - 40kg d'azote au labour (sulfate d'ammoniaque).

Les résultats ne furent pas significatifs; la fumure azotée seule n'a pas été efficace sous forme d'urée; le sulfate d'ammoniaque paraissait plus intéressant. Le traitement 5 (N+P) était le plus efficace.

Ces études doivent être reprises .

Ab - Riziculture irriguée en Basse Casamance -

En Basse Casamance, il existe environ 50.000 hectares de rizières irriguées; la société hollandaise I.L.A.CO. a pour mission, au sein du G.E.R.C.A., l'étude des possibilités d'amélioration de cette riziculture irriguée. Il n'y a eu encore que très peu de recherches effectuées en matière de fertilité et fertilisation.

1 - Fertilité des sols :

Il reste pratiquement tout à faire dans ce domaine.

2 - Fertilisation des sols :

Les essais de fertilisation ont par contre été amorcés; on sait déjà que l'emploi des engrais serait payant; on sait aussi qu'il y a une différence de réponse aux engrais, suivant les terrains et suivant les variétés cultivées.

Les Diolas pratiquent déjà l'engrais vert, de façon assez sommaire il est vrai; ils enfouissent les herbes au moment du billonnage; ils apportent aussi les ordures ménagères et du fumier; ils les brûlent et les cendres sont répandues à la main; les feuilles de Kades (*Faidherbia albida*) apportent également de la matière organique au sol. Enfin la jachère est utilisée.

Il y a de grandes différences de fertilité, les sols sableux étant les plus pauvres et s'épuisant rapidement; après deux ou trois cultures successives on les laisse en jachère pendant cinq ans au moins. Les rizières de mangrove par contre peuvent être cultivées de façon continue pendant longtemps, jusqu'à 50 ans dit-on.

Des essais de fertilisation ont été effectués depuis 1960; ce furent surtout des essais factoriels NPK (7):

a/ - essai NPK 3x2x2 :

N : 0 - 100 - 150kg de sulfate d'ammoniaque à l'hectare (moitié au repiquage et moitié à la montaison);

P : 0 - 100kg de phosphate bicalcique à l'hectare (au repiquage) ;

K : 0 - 100kg de chlorure de potassium à l'hectare (au repiquage);

2 essais à Djibólor, un en rizière haute et pauvre, un en rizière basse, plus riche;

1 essai au C.E.R. de Yattacounda (village de Tiare)

.../....

A Djiboulor, l'azote et le potassium ont manifesté une action hautement significative en rizière haute, mais se sont révélés inefficaces en rizière basse; le phosphate n'a agi en aucun cas, mais il existe une interaction N.P.

A Yattacounda, c'est l'action du phosphore qui était hautement significative, l'action de l'azote n'était que plausible, tandis que le potassium était inefficace; le traitement N2P1K1 donnait un surcroît de rendement de 65 pour 100 par rapport au témoin.

b/ - essai NPK 2³ :

N : 0 - 200kg de sulfate d'ammoniaque;

P : 0 - 100kg de phosphate bicalcique;

K : 0 - 100kg de chlorure de potassium.

Cet essai fut mis en place à Djifangor, en rizière salée voisine de la mangrove. Ici, comme à Yattacounda, la fumure phosphatée a manifesté une action hautement significative, la fumure azotée n'avait qu'une action plausible et la fumure potassique n'agissait pas. Le traitement N1P1 assurait un surcroît de rendement de 43 pour 100 par rapport au témoin NoP, sans engrais.

c/ - un autre essai mis en place à Bignona, sur rizière de mangrove a mis en évidence une action positive de la fumure azotée apportée sous forme de sulfate d'ammoniaque;

d/ - divers essais multilocaux ont également mis en évidence une action positive de l'azote;

e/ - essai d'amendements:

L'objectif de cet essai effectué à Diendé, en rizière acide non cultivée était l'amélioration foncière de ce terrain par chaulage; des doses croissantes de chaux associées ou non à une fumure azotée et phosphatée ont permis une amélioration foncière très nette, qui se traduisait par des rendements presque normaux lorsqu'on apportait le complément de fumure azotée et phosphatée, alors que les rendements des parcelles sans engrais étaient extrêmement faibles.

.../...

Cependant cette action du chaulage demande à être précisée, car sur le même terrain, un autre essai dans lequel la culture était faite sur collons, a montré que le chaulage n'agissait pas alors que la fumure azotée et phosphatée était très efficace. D'autre part dans une expérimentation mise en place à Djfongor sur rizière de mangrove, chaulage et phosphatage sont restés inefficaces.

Les conclusions provisoires que l'on peut formuler à la suite de cette première série d'essais sont les suivantes:

- le riz répond beaucoup mieux à la fumure dans les rizières hautes de sols sableux pauvres que dans les rizières basses de sols alluvionnaires, en général très riches; le fait est évidemment tout-à-fait normal; cependant même en rizière basse, la fumure azotée est souvent efficace;
- l'action de la fumure phosphatée est irrégulière;
- la fumure potassique est inutile en rizière basse alluvionnaire;
- l'action du chaulage n'est pas encore suffisamment précisée.

B - Recherches effectuées dans la région de Bao-Bolon -

Le Bao-Bolon, affluent de la Gambie, coule dans une vallée inondable, qui est actuellement en plein essor démographique et économique. Les premiers projets d'aménagement de cette région, qui intéressent environ 5000 hectares, furent élaborés en 1952; les études préliminaires indispensables débutèrent en 1955. En 1960, 670 hectares étaient livrés à la culture et en 1961, la superficie cultivée dépassait 1.200 hectares (8). Les études à caractère agropédologique effectuées comportent des prospections, des analyses et des expérimentations.

1 - Fertilité des sols :

c'est le Centre de Recherches Agronomiques de Bambey qui a effectué les premières prospections et analyses en 1957 (9). L'étude des conditions stationnelles a montré que la vallée est envahie par la crue des eaux salées de la Gambie en Juillet, puis qu'avec les pluies la salinité diminue ensuite progressivement; mais l'évacuation de l'eau salée s'effectue difficilement par un défluent, et une partie de cette eau salée s'évapore sur place dans des cuvettes. La nappe phréatique a une forte teneur en magnésium.

Les sols sont holomorphes; on les rattache au groupe des sols salés et au sous-groupe des sols salins magnésiens; ils sont assez riches en matière organique, en azote total et en phosphore total. Le pH est parfois très bas (3,0) par suite des phénomènes d'oxydation du soufre en saison sèche qui donnent de l'acide sulfurique libre très toxique. Il existe une très forte proportion de magnésium et de sodium dans les bases échangeables; la somme $\text{Ca} + \text{K} + \text{Na}$ échangeables est souvent inférieure à Mg échangeable seul; l'anion dominant est l'anion SO_4^{--} .

2 - Fertilisation des sols :

une expérimentation a été entreprise au Casier Expérimental de N'Diba en 1957. Dans une première série d'essais on a étudié l'action des fumures NPK et des amendements.

L'essai NPK, bien que ne permettant pas une analyse statistique rigoureuse, a cependant permis de présumer une action positive de la fumure phosphatée; des apports croissants d'azote étaient peu efficaces et la potasse sans action.

En 1961, une application de phosphate tricalcique à doses croissantes de 500 à 2.500kg à l'hectare n'a pas donné de résultats positifs.

En 1962, des essais dans lesquels l'anion SC_4^{--} , déjà en excédent dans les sols, serait éliminé, étaient prévus; nous ne connaissons pas les résultats de cette campagne.

Ce problème de l'expérimentation dans le Bao-Bolon mériterait d'être envisagé de façon plus systématique qu'il n'a été possible de le faire jusqu'à ce jour.

C - Recherches effectuées à la Station Expérimentale de RICHARD-TOLL

Après de nombreux essais infructueux de mise en valeur du delta du Fleuve Sénégal, on créa en 1935 la Mission d'Etude du Fleuve Sénégal; le plan qu'elle élaborera en 1937 prévoyait l'aménagement du delta en casier rizicole; en 1938 fut créée la Mission d'Aménagement du Fleuve Sénégal (M.A.S.) pour la mise en oeuvre de ce programme; enfin en 1945 était créé le Casier Expérimental

.../....

tal de RICHARD - TOLL (10); c'est ce Casier qui a effectué, depuis 1946, les nombreuses études qui ont permis l'aménagement rizicole d'une première zone de 5000 hectares environ, dont la gestion est actuellement confiée à la Société pour le Développement de la Riziculture au Sénégal (S.D.R.S.); à ces études ont collaboré outre les agents de la M.A.S., des chercheurs du C.R.A. de Bambey, du Centre de Recherches Rizicoles, et de l'O.R.S.T.O.M.; depuis 1961 ces recherches sont confiées à l'I.R.A.T.

1.- Fertilité des sols :

Etudes pédologiques de base :

on connaissait depuis très longtemps les types de sols de la vallée du Fleuve; des prospections, des analyses et des expérimentations ont permis d'apporter depuis une quinzaine d'années beaucoup de précisions sur la nature et la fertilisation de ces sols. On distingue dans la zone deltaïque les trois grands types suivants (11) :

- les "Hollaldé", terrains argileux contenant approximativement 40 à 80 pour 100 d'argile; ce sont des sols hydromorphes;
- les "Fondé", terrains sablo-argileux ou argilo-sableux, contenant approximativement de 10 à 40 pour 100 d'argile; ce sont également des sols hydromorphes;
- les "Dieri", terrains sableux, situés hors de la zone alluvionnaire rizicultivable; ce sont des sols ferrugineux tropicaux.

Seuls les Hollaldé et les Fondé nous intéressent ici; ce sont des sols généralement assez pauvres en matière organique, en azote et en phosphore; ils sont par contre riches en bases échangeables, potassium, calcium et magnésium; certains présentent une faible salure.

Nous donnons dans l'annexe 4 un exemple de composition des sols de Richard-Toll.

Les propriétés physiques de ces terres présentent une assez grande importance; la structure est en général défectueuse en raison de la faible teneur en matière organique; on a montré (12) que la submersion des terres Hollaldé suivie de leur mise en culture, entraîne une dégradation de la structure; la durée d'inondation et surtout la date de retrait des eaux

ont une nette influence sur la stabilité structurale; une crue courte et surtout un retrait précoce des eaux sont favorables au maintien de l'état structural, qui est d'ailleurs déjà médiocre à l'origine.

Evolution de la fertilité des sols sous culture :

bien que l'on dispose de peu de résultats d'études conduites systématiquement pendant une période assez longue, on sait cependant que les sols Hollaldé conservent leur potentiel de fertilité pendant de nombreuses années; mais il n'en est pas de même pour les Fondé qui s'appauvrissent assez rapidement et que l'on laisse généralement se régénérer par la jachère.

Conservation de la fertilité:

On a entrepris en 1950, des essais de rotations en sol Hollaldé et en sol Fondé; on a d'abord réalisé des essais de comportement sur de très nombreuses plantes (13):

- légumineuses à enfouir : Crotalaria, Lucuma etc...
- légumineuses à deux fins : Luzerne, Bersim, Soja etc...
- graminées à pâturages;
- céréales secondaires;
- plantes textiles;
- plantes diverses;

Seules quelques cultures ont été retenues comme étant susceptibles d'entrer en rotation avec le riz: mil, blé, maïs, haricots, pois d'Angole et cotonnier en terrain Fondé.

L'essai de rotation mis en place sur terre Hollaldé a dû être abandonné, car l'eau des parcelles irriguées pénétrait dans les parcelles en culture sèche; on a pu constater cependant que dans les parcelles traitées en riziculture continue pendant neuf ans, il n'y avait aucune diminution de rendement.

L'essai de rotation réalisé en terrain Fondé a montré au bout de quelques années que les rotations à cycle court, par exemple riz - riz - mil, permettent de conserver des rendements plus élevés que la riziculture continue.

.../....

Le problème vient d'être remis à l'étude à l'I.R.A.T. en 1962; dans un premier essai on compare la riziculture continue à la rotation biennale riz - sorgho et à la rotation triennale riz - riz - sorgho; la riziculture continue comporte elle-même deux modalités; fumure azotée avec perlurée - fumure azotée avec sulfate d'ammoniaque. L'essai doit être suivi pendant au moins douze ans.

2 - Fertilisation des sols :

- Fumure organique :

très peu d'études ont été faites dans ce domaine car, bien qu'on en reconnaisse l'intérêt agronomique, la fumure organique est difficile à réaliser; il n'y a pratiquement pas de fumier dans la région; la fabrication de fumier artificiel à partir de la paille de riz est possible, on en a obtenu à Richard-Toll, mais c'est une opération trop onéreuse; l'enfouissement de matière verte enfin n'est pas non plus rentable.

Des essais de fumier de Kraal ont été effectués au cours des premières années d'expérimentation de 1946 à 1948; il s'agissait de fumier recueilli dans les campements de pasteurs nomades, mais obtenu dans d'assez mauvaises conditions; il contenait de 2 à 2,5 pour 1000 d'azote, 1 à 1,2 pour 1000 de P_2O_5 et 1,5 à 3,5 pour 1000 de K_2O ; cette fumure organique s'est montrée certes très efficace, surtout à raison de 15 tonnes à l'hectare, mais les essais ont été abandonnés en raison de la difficulté que l'on éprouvait à se la procurer (14).

Les engrais vert ont été introduits dans divers essais de rotation; on a pu constater leur influence favorable car les sols sont relativement pauvres en matière organique et ont une structure défectueuse; mais ici encore les essais ont été abandonnés en raison du prix de revient très élevé de l'opération; on calculait en 1954 que le déficit résultant de l'enfouissement de Mil comme engrais vert s'élevait à 12.000 francs C.F.A. à l'hectare.

- Amélioration foncière des sols :

outre les études sur la fumure organique, quelques essais de phosphatage de fond ont été effectués, car les terres du delta alluvionnaire ne sont pas riches en phosphore. Les résultats ont été assez décevants; en 1948 une première expérimentation a mis en compétition divers traitements avec phosphate de chaux et

.../....

phosphate alumino-calcaïque; aucune action positive n'a pu être décelée, ni en 1948, ni au cours des années suivantes; en 1955, dans un essai sur diverses formes de phosphates, comportant en particulier un traitement avec l'engrais PK 300, qui est un mélange de phosphate naturel et de chlorure de potassium, aucune action significative ne s'est manifestée; en 1962 enfin, dans une expérimentation préconisée par le Bureau Interafricain des Sols à la demande du Professeur DHAR, de l'Université d'ALLAHABAD, l'enfouissement d'un mélange de paille de riz et de scories Thomas n'a pas donné de résultats aussi nets que ceux que l'on a obtenus en Inde; le traitement comportant seulement un apport de scories s'est même montré dépressif.

- Fumure minérale d'entretien -

de très nombreuses expérimentations ont été réalisées depuis 1946 à Richard-Toll, sur la fumure NPK (15-16-17); une proportion importante n'a malheureusement pas permis de formuler des conclusions statistiquement valables, bien que des différences entre traitements aient été notées; le plus souvent le nombre de répétitions était insuffisant. On peut distinguer trois stades dans ces recherches: au cours des premières années, les essais réalisés en collaboration avec le Centre de Bambey, portaient sur les trois éléments N, P et K; puis les chercheurs de Richard Toll s'attachèrent uniquement à préciser les modalités de la fumure azotée; enfin depuis 1962, l'I.R.A.T. considérant que le ~~problème des fumures~~ phosphatée et potassique n'a jamais reçu de solution définitive, a préconisé la reprise des expérimentations NPK.

On peut faire le point actuel de la question de la façon suivante: le riz répond toujours à la fumure azotée et les modalités d'application de cette fumure sont très importantes; on n'a jamais par contre enregistré de réponse positive à la fumure potassique; l'étude de la fumure phosphatée enfin doit être entièrement reprise, car les résultats obtenus jusqu'à ce jour ont été irréguliers et même contradictoires.

La fumure azotée a été étudiée au point de vue de la dose optimale d'azote à l'hectare, des différences de réponse variétale, de la forme d'apport de l'azote et enfin de l'époque d'application et du fractionnement.

Les premiers essais, en 1947, avaient montré que seules des formules NPK comportant 200kg de sulfate d'ammoniaque, donnaient des surcroûts de rendements significatifs par rapport au témoin sans engrais; ces surcroûts de rendements variaient de 24 à 42 pour 100; l'opération était toujours rentable; les formules ne contenant que 100kg de sulfate d'ammoniaque entraînaient un léger accroissement du rendement non significatif.

En 1948, un essai factoriel NPK 4 x 3 x 2 permit de bien préciser le problème: seul l'élément azote procurait des accroissements de rendement significatifs; les engrais phosphatés et potassiques étaient statistiquement inefficaces dans les conditions de l'expérience; il n'existait aucune interaction. L'essai avait été réalisé sur la variété Dissi, en terrain Hollaldé. La dose de 40kg d'azote à l'hectare, apportée sous forme de sulfate d'ammoniaque, était la plus efficace, mais elle augmentait la verse du riz, si bien que l'on préfère n'appliquer que 30kg en grande culture. On notait un surcroût supplémentaire de rendement lorsque la fumure azotée était associée à une fumure phosphatée à raison de 200kg de phosphate bicalcique à l'hectare; par contre l'apport de potassium sous forme de sulfate de potassium semblait avoir une action dépressive; mais ces effets de P et K n'étaient pas significatifs.

Un essai NPK identique fut réalisé en 1954 sur la variété Sossouka; le phosphore était apporté non plus sous forme de phosphate bicalcique, mais sous forme de phosphate alumino-calcique et le potassium sous forme de chlorure; les résultats obtenus furent comparables à ceux de 1948; cependant c'était la dose de 30kg d'azote à l'hectare qui était la plus efficace sur la variété Sossouka.

Diverses expérimentations comportant des doses croissantes d'azote ont été réalisées à partir de 1957 sur d'autres variétés de riz, car les variétés Dissi et Sossouka étaient trop sensibles à la verse. La variété RT 2015 en particulier, qui est une variété précoce à paille courte et rigide, supporte jusqu'à 60kg et même 80kg d'azote à l'hectare. En 1961 on a montré qu'une dose de 40 kg à l'hectare est celle qui convient le mieux à toutes les variétés, sauf à la variété RT 2015 sur laquelle on peut appliquer 60kg.

Il existe donc des différences variétales importantes quant à la

possibilité d'utilisation de fortes doses d'azote; le facteur variété n'est d'ailleurs pas le seul à considérer dans l'étude de ce phénomène de la verse; c'est ainsi que le semis dans l'eau, dans lequel les grains ne sont pas enfouis, donne plus de verse que le semis à sec; de même le semis direct favorise davantage la verse que le repiquage; enfin un semis précoce allongeant le cycle cultural et donnant une paille plus longue augmenterait également la verse.

Au cours des premières années l'azote était toujours apporté sous forme de sulfate d'ammoniaque; mais à partir de 1955-1956 on commença à étudier l'action de l'urée; ces deux formes d'engrais azoté ont la même efficacité, si bien que la perlurée, de prix de revient moins élevé, s'est substituée au sulfate d'ammoniaque; actuellement la fumure des rizières de la S.D.R.S. consiste en un épandage de perlurée par avion. On a également essayé le phosphate d'ammoniaque, qui est aussi efficace que les autres, mais il n'est pas utilisé en raison de son prix élevé.

Les études sur l'époque d'utilisation, enfin, présentent le plus grand intérêt; au cours des premières années, l'engrais azoté était apporté avant le semis; mais cette technique présente un inconvénient dans le cas du semis direct: lorsque l'on est obligé de mettre la rizière à sec pour faciliter la levée, il y a nitrification du sulfate d'ammoniaque et lessivage des nitrates formés dès la remise en eau, avec risque de réduction de ces nitrates en nitrites toxiques dans les horizons réducteurs du sous-sol. Il est donc apparu plus rationnel d'appliquer les engrais azotés en couverture après le semis; les recherches entreprises en 1955 dans ce domaine ont montré qu'un épandage tardif, un mois avant l'épiaison par exemple, procure des augmentations substantielles de rendement; cette technique favorise le développement des panicules et elle est d'autant plus efficace que la densité des plantes est plus élevée. D'autre part il est apparu que le fractionnement de la fumure azotée, répartie du tallage à l'épiaison, est une opération encore plus rentable; ce fractionnement ne comporte pas d'ailleurs forcément des apports égaux à différentes époques, car l'azote fourni au moment du tallage accroît la quantité de matière verte produite et les besoins ultérieurs au moment de la montaison sont plus importants; à la suite d'essais effectués en 1961 on a été amené à préconiser le fractionnement suivant:

.../...

- un tiers au tallage et deux tiers à la montaison (ou $\frac{3}{8}$ et $\frac{5}{8}$) pour les variétés RT 2015, D 52.37 et MK;
- un quart au tallage et trois quarts à la montaison pour les variétés Bintoubala et Sossouka,

De même que pour la verse, l'influence variétale est importante: pour une variété à fort tallage comme le Sossouka il est préférable d'augmenter la fraction apportée à la montaison, peut-être même de tout apporter à la montaison, car l'azote apportée au tallage n'augmentera pas le nombre des talles, qui est déjà élevé; une variété à faible tallage au contraire comme RT 2015, bénéficie du premier épandage pratiqué au moment du tallage; mais même dans ce cas l'apport à la montaison doit être le plus important.

A ce bilan des recherches effectuées dans les stations gouvernementales, il convient de rattacher l'expérimentation engrais entreprise en 1962 par la F.A.O. en collaboration avec le Gouvernement de la République du Sénégal. Cette expérimentation qui a pour objectif de promouvoir l'utilisation rationnelle des engrais au Sénégal, comportait, sur riz, près de 100 essais simples d'orientation NPK du type 2³ et près de 200 champs de démonstration; les points d'essais les plus nombreux avaient été choisis en Casamance, puis dans la vallée du Sénégal, enfin dans le Sine - Saloum.

Nous ne connaissons pas les résultats de cette campagne.

DEUXIEME PARTIE

Programme de recherches et d'expérimentation rizicoles
applicable à la Casamance

Le plan quadriennal 1961-1964 du Sénégal, et le plan de développement de la Casamance en particulier, mettent l'accent sur la nécessité d'accroître la production rizicole, car les importations du pays dépassent encore actuellement 100.000 tonnes de riz. Cet objectif pourrait être atteint par l'extension des surfaces cultivées, et l'aménagement de nouvelles zones rizicultivables est effectivement prévu. Mais c'est surtout une amélioration des rendements des rizières actuelles que l'on doit chercher à obtenir; pour cela on envisage d'accélérer la vulgarisation de meilleures techniques culturales, de semences sélectionnées et d'engrais; cette vulgarisation pourrait déjà connaître un début de réalisation dans certains domaines, en particulier dans celui de la fertilité et de la fertilisation des sols; aussi les recherches agropédologiques doivent-elles être intensifiées.

Nous avons vu dans la première partie de ce rapport traitant du bilan des recherches rizicoles en Casamance, que ces recherches ont surtout intéressé la riziculture pluviale; c'est donc en priorité sur la riziculture de terre inondée que doivent maintenant porter les efforts, d'autant plus que l'extension de la première soulève quelques objections d'ordre technique (risque d'insuffisance d'eau - chevauchement des époques de semis et de récolte pour le riz et l'arachide) et aussi d'ordre psychologique (culture non traditionnelle en Moyenne Casamance).

A - Riziculture de terre inondée, en Basse Casamance -

Il s'agit là d'une riziculture traditionnelle, qui a le mérite

d'exister et de bénéficier de la faveur des populations; on connaît déjà les problèmes qui se posent en matière d'agropédologie; ce sont les suivants par ordre de priorité :

- Chimie des sols ;
- Amélioration de la fertilité ;
- Prospection et cartographie ;

1 - Chimie des sols :

Phénomènes de toxicité :

C'est le principal problème des rizières de mangrove; la toxicité peut se manifester au moins sous deux formes: salure excessive - acidité élevée; mais il peut aussi dans certains cas y avoir toxicité du fait de la présence d'alumine libre, de sulfures ou encore d'horizons tourbeux.. Dans tous les cas se posent des problèmes complexes de chimie qu'il importe d'élucider, en vue d'orienter la recherche des techniques optima d'amélioration de ces sols.

La toxicité due aux sels d'origine marine est la plus évidente et la mieux connue; de nombreuses déterminations analytiques devront cependant être effectuées en Basse Casamance pour préciser la nature, l'intensité et l'évolution de la salure des sols et des eaux: détermination de l'extrait salin par mesure de la résistivité lorsque la teneur en sels n'est pas trop élevée - dosage des sels solubles - dosage des cations Na, Mg, Ca, K et des anions Cl, SO_4 , CO_3 - étude du complexe absorbant et en particulier du sodium échangeable - influence sur la structure des sols.

La seconde forme de toxicité résulte de l'apparition, dans certaines circonstances, d'une très forte acidité due à de l'acide sulfurique libre; le pH peut descendre jusqu'à 2,0; schématiquement il y aurait oxydation des composés de soufre du sol en sulfates qui par hydrolyse donneraient naissance à de l'acide sulfurique, de l'alumine et du fer libre. En réalité le problème est très complexe et encore incomplètement élucidé; le soufre est bien à l'origine du phénomène; mais il pourrait se trouver dans le sol sous forme élémentaire provenant des sulfates des eaux salées, sous forme de sulfure de fer résultant de l'action sur les composés de fer de l'acide sulfhydrique libéré par la décomposition anaérobie des racines de palétuviers, ou encore sous

forme de polysulfures d'origine mal connue. L'oxydation du soufre élémentaire et des sulfures est d'origine bactérienne et chimique; celle des polysulfures ne se réaliserait qu'à pH très bas (inférieur à 3,0) par action des ions ferriques qui sont libres dans ces conditions. On sait que ces phénomènes d'oxydation ne se produisent que lorsqu'un terrain est soumis à un dessèchement et à une aération prolongée, au cours d'une saison sèche par exemple; on le vérifie en laboratoire en laissant sécher à l'air un échantillon de sol et en comparant les valeurs de son pH avant et après dessiccation; c'est un test simple, qui permet la mise en évidence de cette forme de toxicité. On sait aussi de façon à peu près certaine, que ce sont les sols à Rhizophora, à l'exclusion de ceux qui sont recouverts d'Avicennia, qui sont le siège de ces phénomènes d'oxydation; ce serait à vérifier pour la Casamance.

Dans les sols très acides ($\text{pH} < 4,5$) il peut aussi se manifester une dépression des rendements du fait de la présence d'alumine libre en solution; ce ne serait d'ailleurs pas tellement imputable à la toxicité propre de l'ion Al, qui est contestée, qu'à une insolubilisation de phosphate d'aluminium dans les racines des plantes; le phosphore nécessaire à la croissance se trouverait ainsi immobilisé, et d'autre part cette accumulation de phosphate d'aluminium constituerait un écran s'opposant à l'absorption des éléments nutritifs, et du phosphore en particulier; il s'agirait donc bien d'une action dépressive sur le rendement résultant d'une mauvaise nutrition phosphorée, qui peut se manifester même en sol riche en phosphore.

Cet exposé schématique du ~~chimisme~~ chimisme complexe des sols à mangrove montre combien serait utile l'affectation à la station de DJIBELOR d'un bon chimiste, pour mener à bien ces recherches qui seront assez délicates.

Dynamique des éléments fertilisants :

Indépendamment des phénomènes de toxicité évoqués ci-dessus, il existe dans les sols submergés une dynamique tout à fait particulière des éléments nutritifs; il faut envisager des recherches analytiques sur la minéralisation, souvent lente, de la matière organique, sur les formes d'absorption de l'azote, sur la formation et la toxicité éventuelles de nitrites, sur la solubilisation des phosphates, sur la réduction du fer et du manganèse etc...

Fertilité actuelle des autres types de sols :

Ce n'est pas seulement en sols à mangrove que se pratique la riziculture de terre inondée en Basse-Casamance; on la trouve sur une gamme très variée de terrains, allant de ceux qui sont d'origine alluviale, très riches mais salés (sols à mangrove), jusqu'à ceux qui ne sont pas salés, mais par contre sableux et très pauvres; ce ne sont plus des problèmes de toxicité qui se posent alors, mais des problèmes de carence du sol en éléments nutritifs minéraux et en matière organique, qui doivent être étudiés par l'analyse et par l'expérimentation.

2 - Amélioration de la fertilité -

On entre ici dans le domaine de l'expérimentation, car si les résultats d'analyse donnent des indications sur la nature et l'intensité des phénomènes, ils sont en général insuffisants pour que l'on puisse préconiser de façon certaine un mode d'intervention déterminé, L'expérimentation sera nécessaire dans deux domaines :

Elimination de la toxicité :

a/ - par lessivage : il faudra distinguer le cas des rizières ouvertes et celui des polders ou rizières endiguées. Dans le premier cas, le flux et le reflux des eaux salées continuent à s'exercer librement en saison sèche, permettant ainsi au terrain de rester humide et d'éviter l'oxydation et l'acidification; d'autre part si ce terrain est déjà très acide, il y a lessivage des sulfates et de l'acide sulfurique par les eaux saumâtres; mais cette méthode exige que l'on dispose d'une quantité suffisante d'eau douce au début de la saison des pluies pour lessiver rapidement les sels marins apportés en saison sèche et permettre une culture de riz; il y aurait donc là un premier type d'expérience très intéressante à effectuer, si les aménagements nécessaires sont possibles: l'assainissement des terres très acides par aduction successive d'eau saumâtre en saison sèche et d'eau douce au début de la saison pluvieuse. Dans le cas des rizières endiguées, les eaux saumâtres ne pénètrent plus sur le terrain, qui se dé-

ssèche donc et peut devenir acide en saison sèche, en particulier s'il était peuplé auparavant de Rhizophora; dans ce cas le lessivage ne peut se faire que par l'eau douce en saison des pluies et risque de demander plusieurs années. Il est possible cependant que certaines techniques permettent d'éviter l'acidification des sols: par exemple en laboratoire on arrive à diminuer la vitesse et l'intensité de l'acidification par apport d'inhibiteurs de l'activité bactérienne; mais serait-ce possible sur le terrain? D'autre part on pense que l'établissement d'un bon drainage dans un sol riche en sulfures, pourrait orienter l'évolution de ceux-ci vers la formation de pyrites dans lesquelles le soufre serait ainsi immobilisé et non oxydé. Enfin si on arrivait à favoriser la formation de polysulfures, par action sur les conditions physiques du sol, et à les bloquer à ce stade, on éviterait ainsi la formation d'acide sulfurique à partir du soufre.

b/ - Par amendement : Il faut prévoir des essais de plâtre à doses croissantes (de 1 à 6 tonnes à l'hectare) dans les sols à alcalis, c'est-à-dire ceux qui comportent un excès de sodium dans leur complexe absorbant; on pourrait ainsi transformer les argiles sodiques en argiles calciques, qui conféreraient au sol une meilleure structure. On peut aussi envisager des essais d'apport de chaux, de marne, de calcaire ou de coquillages broyés, dans les sols acides; les quantités nécessaires seraient certainement considérables; on a cité par exemple en Suède, le chiffre de 40 tonnes de chaux pour ramener à la neutralité un terrain à pH initial de 2,9; une telle dose serait prohibitive sur le plan économique et pourrait même être nocive au point de vue pédologique; mais il n'est pas indispensable de ramener le sol à la neutralité. Enfin, il serait important d'étudier l'action des phosphates naturels de chaux du Sénégal à raison de 1 ou 2 tonnes; on a parfois obtenu d'excellents résultats par phosphatage dans de tels sols acides au Viet-Nam Sud par exemple.

Tous ces essais devraient être complétés par des études analytiques au laboratoire afin de suivre l'évolution du sol en fonction des traitements appliqués.

Relèvement du niveau de fertilité chimique :

Cette expérience intéresserait surtout les rizières de sols sableux qui sont pauvres en éléments fertilisants; elle comporterait les trois phases suivantes : - recherche préliminaire en vases de végétation des carences du sol; même si les nouveaux terrains de la Station de DJIBELOR n'étaient pas utilisables en 1963 pour une expérimentation précise en parcelles, cette première phase pourrait cependant être réalisée puisqu'il suffirait de transporter à la Station un peu de terre de chacun des sols à étudier; on devrait ainsi pouvoir remplacer les essais multilo-
caux dits d'orientation ou d'exploration, par ces essais en vases de végétation. Il faudrait prévoir une première série d'essais sur un seul type de sol au cours du premier semestre 1963, pour mettre la méthode au point; une deuxième série, portant sur plusieurs types de sols bien représentatifs de la région, pourrait ensuite être réalisée au cours du deuxième semestre 1963, car la durée d'une expérience n'est que de deux mois environ. La méthode à utiliser et le matériel nécessaire seraient fournis par la Division des Sols du Siège;

- expérimentation en parcelles en 1964, suivant un plan factoriel, pour rechercher la possibilité de corriger les carences du sol décelées dans la phase précédente;

- expérimentation ultérieure en parcelles également, destinée à préciser la formule optimale de la fumure d'entretien, lorsque la fertilité aura pu être élevée à un niveau suffisant par les études précédentes.

La même méthode pourrait être appliquée par la suite aux sols de rizières plus riches; mais dans l'immédiat ce sont les terrains sableux pauvres qui doivent passer en priorité; il y en a actuellement au moins 5000 hectares de cultivés en Basse Casamance, mais il y aurait au moins 20.000 hectares d'exploitables.

Fumure organique :

Ici aussi ce sont les sols sableux qui doivent être étudiés en priorité. Les essais porteront sur les engrais organiques disponibles (fumier - compost - pailles etc...), mais aussi sur l'engrais vert; ce

dernier point exige une étude préalable des plantes susceptibles d'être enfouies: comportement - facilité d'enfouissement - valeur comme précédent cultural du riz- etc...

3 -Prospections et cartographie -

Lorsque les problèmes de toxicité des sols à mangrove et de fertilisation des sols sableux auront été éclaircis, il deviendra nécessaire d'effectuer une prospection d'ensemble des rizières de Basse Casamance en vue de délimiter les zones respectives dans lesquelles des opérations d'aménagements hydro-agricoles et de vulgarisation de fumures pourraient être entreprises. Il va sans dire que toute prospection partielle qui pourrait, être demandée dans l'immédiat par le Service de l'Agriculture ou par l'I.L.A.C.O. par exemple, pourrait être effectuée par un pédologue de l'I.R.A.T.

B - Riziculture de terre sèche -

Il ne s'agit pas ici d'une culture traditionnelle; mais d'un projet d'extension de la riziculture en Moyenne et en Haute Casamance. Il faut envisager deux cas : celui de la riziculture pluviale, telle qu'elle est réalisée à la S.O.D.A.I.C.A. d'une part, celui de la riziculture avec apport supplémentaire d'eau de ruissellement, telle qu'elle est envisagée par la S.C.E.T.

Ba - Riziculture pluviale -

Les recherches effectuées à la Station de SEFA ont connu un début d'application sur les terres de la S.O.D.A.I.C.A. Que cette culture prenne beaucoup ou peu d'extension, les recherches doivent être poursuivies à la station de SEFA, car elles intéressent l'ensemble des cultures de la rotation qui sera en définitive adoptée; il s'agit essentiellement de l'étude de l'amélioration foncière des sols par fumure minérale et par fumure organique et de la recherche de la rotation optimale; nous développons ces deux points dans la troisième partie, relative au programme de la Station de SEFA .

Bb - Riziculture de thalwegs avec apport supplémentaires
d'eau de ruissellement ou de crue :

La S.C.E.T. a prévu l'aménagement de 100 hectares de rizières nouvelles dans la région de Kouankané au Sud de Vélingara, et dans les vallées de la Koulountou et de la Gambie. Nous avons vu qu'un début d'expérimentation sur les engrais a été réalisé en 1961 à Kouankané. Mais il semble que la S.C.E.T. envisagerait favorablement une collaboration avec l'I.R.A.T. en lui confiant les problèmes de recherches agronomiques; il en est de même pour l'I.L.A.C.O. en Basse Casamance. Ces recherches pourraient comporter :

- 1 - Des études pédologiques :
prospection, cartographie et analyses pédologiques, en complément de ce qui a déjà été fait par la S.C.E.T.
- 2 - Eventuellement des travaux de conservation des sols (aménagements antiérosifs).
- 3 - Des études sur la fertilité et la fertilisation des sols :
 - Détermination de la fertilité actuelle par l'analyse;
 - Mise en évidence des carences du sol par l'expérimentation en vases de végétation;
 - Recherche des possibilités d'amélioration foncière des sols (fumure minérale et organique par expérimentation en parcelles;)
 - Recherche de la rotation optima avec fumure d'entretien pour chaque culture;
 - Contrôle analytique de l'évolution de la fertilité des sols sous culture aux stades de la fumure **corrective** et de la fumure d'entretien.

En résumé le programme de recherches et d'expérimentation rizicoles en Casamance devrait comporter, en matière d'agropédologie:

- l'étude des phénomènes de toxicité et des moyens de combattre cette toxicité dans les rizières de mangrove de Basse Casamance; cette étude est fondamentale et devrait passer en priorité;

- une expérimentation sur les possibilités d'amélioration foncière des sols sableux rizicultivables de Basse Casamance;

- une expérimentation sur les possibilités d'amélioration foncière des sols de Moyenne Casamance sur lesquels la rotation peut comporter le riz pluvial;

- éventuellement, s'il s'établit une collaboration entre la S.C.E.T. et l'I.R.A.T. une étude de la fertilité actuelle des sols en Haute Casamance et des possibilités de leur amélioration foncière.

Les deux premières études devraient être effectuées à la Station de Djibélor; il faudrait donc y aménager, en plus de l'infrastructure prévue dans le premier projet, un petit laboratoire de Chimie, spécialisé dans l'analyse des sols halomorphes. Les autres études pourraient être réalisées à la Station de Séfa ou au C.R.A. de Bambey pour la partie analytique, à Séfa et à Kounkané pour la partie expérimentale. Il se pose donc un problème d'affectation de personnel; en attendant l'aménagement d'un laboratoire de Chimie à Djibélor, si le projet est retenu, le chimiste pourrait travailler provisoirement à Séfa, où un petit complément de matériel serait nécessaire; mais par la suite, il semble qu'il y aurait avantage à l'affecter à Djibélor, afin qu'il puisse se consacrer en priorité aux problèmes de Basse Casamance, du moins pendant quelques années. Ce spécialiste devrait d'ailleurs être un chimiste ou un pédologue chimiste à formation agronomique. Il serait alors peut-être nécessaire de confier les recherches de Moyenne et Haute Casamance aux pédologues et aux chimistes du C.R.A. de Bambey.

TROISIEME PARTIE

Projet de programme 1963

pour la Station Expérimentale de S E F A

Créée par la Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux (C.G.O.T.) en 1950, la Station Expérimentale de SEFA a, jusqu'à ce jour, tout naturellement orienté son action vers la résolution des problèmes posés à cette société d'économie mixte. En raison de sa prise en gestion par l'I.R.A.T. en 1961, la Station a désormais vocation régionale pour l'ensemble de la recherche agronomique en Casamance, à l'exception toutefois des recherches rizicoles de Basse Casamance pour lesquelles la Station de DJIBELOR est incontestablement mieux placée; un remaniement complet et une intensification du programme de recherches sont donc nécessaires; le rattachement scientifique et technique des chercheurs de SEFA aux chefs de la discipline du C.R.A. de BAMBEY est d'ailleurs un gage de plus grande efficacité des études à effectuer.

Le nouveau programme doit s'inspirer des objectifs qui ont été définis dans le plan quadriennal pour améliorer la production agricole au Sénégal, et en Casamance en particulier:

- accroissement des rendements;
- extension des superficies cultivées;
- diversification des cultures et association culture-élevage;
- amélioration de la qualité des produits.

Cela implique en matière d'agropédologie:

- des recherches sur la fertilité et la fertilisation des terres cultivées;
- la mise en oeuvre de mesures de conservation de la fertilité des sols (rotations conservatrices - dispositifs antiérosifs);

- la prospection et la cartographie de terres nouvelles;
- éventuellement des études sur l'action des engrais sur la qualité des récoltes.

A - Recherches sur la fertilité et la fertilisation des sols -

Ces études doivent tendre à caractériser la fertilité actuelle des sols et à préciser les possibilités de conserver cette fertilité ou de l'améliorer par le travail du sol et par la fertilisation minérale et organique. Elles doivent intéresser à la fois les terres déjà cultivées et les terres nouvelles d'une part, les cultures traditionnelles et les cultures de diversification d'autre part. Les techniques d'amélioration qui seront proposées à la suite de ces recherches devront évidemment respecter le principe de la rentabilité; mais ce principe peut se concevoir de deux façons différentes: ou bien on recherche une rentabilité immédiate, susceptible de favoriser la vulgarisation auprès des masses paysannes, et l'on doit alors s'en tenir à des doses de fumures très modérées, à prix de revient peu élevé; cette méthode offre l'avantage d'être à la portée du petit cultivateur; mais elle présente l'inconvénient d'être évolutive, c'est-à-dire que les formules de fumure qui donnent actuellement satisfaction risquent de n'être plus valables au bout de quelques années, si de nouvelles carences se manifestent dans le sol; ou bien on estime pouvoir attendre une rentabilité à long terme qui est susceptible d'être plus intéressante que la précédente au bout de quelques années, mais qui exige un investissement important à l'origine; c'est tout le problème de l'amélioration foncière des sols, technique qui intéresse les grandes exploitations, comme la SODAICA par exemple, mais qui n'a de chances de succès auprès des petites exploitations que si elle est fortement épaulée au départ par une politique de subvention ou de crédit.

1 - Etude de la fertilité actuelle des sols :

Recherche en vases de végétation des carences des sols en éléments nutritifs :

cette recherche sera effectuée à SEFA, par la technique des petits vases de végétation, préconisée par le Professeur CHAMINADE. Une note techni-

que détaillée, ainsi que le matériel et les produits chimiques nécessaires pour le démarrage de cette expérimentation, seront expédiés à la Station de SEFA par la Division Sols et Biochimie du Siège. L'intérêt de cette technique est qu'elle permet d'étudier simultanément sur une même station, plusieurs sols de provenances diverses; elle peut ainsi se substituer à la première phase des essais en parcelles que l'on désigne généralement par essais multilocaux d'orientation ou encore d'exploration; enfin elle peut être appliquée même en saison sèche, si bien qu'une première série réalisée à SEFA en Avril - Mai par exemple, permettrait d'une part de mettre la méthode au point, d'autre part de fournir des indications précieuses pour la mise en place de l'essai d'amélioration foncière qui est cité ci-dessous; une seconde série pourrait être réalisée en 1963, soit pendant la saison pluvieuse, soit en fin d'année, sur plusieurs types de sols simultanément. Un abri est nécessaire pour ce genre d'expériences, afin de protéger les plantes contre les vents desséchants en saison sèche ou contre les pluies ou les tornades en saison des pluies.

Etude analytique en laboratoire des mêmes sols :

cette étude qui pourrait être effectuée au C.R.A. de Bambeï, si ce n'est pas possible au laboratoire de SEFA, complèterait heureusement l'expérimentation en vases de végétation; elle serait susceptible de fournir une explication des carences mises en évidence et même de les chiffrer; il devrait être possible, lorsque l'on disposera de nombreux résultats, de préciser la valeur des seuils de carence dans le sol pour chaque élément et d'établir des échelles de fertilité, c'est-à-dire les courbes de réponse d'une plante à des doses croissantes d'un élément dans le sol, tous les autres éléments étant amenés à un niveau satisfaisant.

Le Laboratoire de Fertilité des Sols du Siège pourrait d'ailleurs se charger de ces analyses, au cas où ce ne serait pas possible sur place.

2 - Recherche de rotations culturales conservatrices de la fertilité du sol.

Nous avons signalé dans la première partie de ce rapport que

des résultats importants ont déjà été obtenus à la Station de SEFA dans ce domaine. Le problème cependant a évolué du fait du programme de diversification des cultures, et il importe de faire entrer maintenant dans les successions culturales le Maïs et le Cotonnier; il serait intéressant d'y faire figurer également une sole fourragère, mais il semble que ce soit encore prématuré, les études au Centre de Bamby étant trop récentes.

D'autre part, en vue de rendre l'exploitation plus intensive, on recherche actuellement s'il est possible d'augmenter la durée du cycle, c'est-à-dire de faire revenir la sole de régénération improductive (sorgho engrais vert) moins fréquemment; des essais semblent montrer que l'on pourrait substituer une rotation au moins sexennale à la rotation quadriennale adoptée précédemment.

On connaît les difficultés inhérentes à une expérimentation de ce genre, si l'on veut qu'elle soit correctement planifiée: longue durée des essais - nombre élevé de parcelles - risques d'avoir à modifier certains traitements (fumures par exemple) avant la fin de l'expérience.

Le problème est donc complexe. Dans un but de simplification, nous distinguerons deux cas:

- cas des sols ayant bénéficié d'une amélioration foncière et dont on connaît les modalités des fumures d'entretien; le choix de la meilleure succession culturale devrait être ici relativement simple, car le problème de la fumure minérale aura pratiquement été résolu auparavant; si l'on respecte certains principes bien connus et dont la validité a été confirmée dans le cas de SEFA (alternance graminée légumineuse - choix de la culture de tête de rotation), il devrait suffire alors de comparer les quelques successions culturales possibles et de rechercher leur durée optimale; mais une telle étude, qui intéresserait évidemment beaucoup les grandes exploitations telles que la SODAICA, est encore prématurée, car il faut auparavant mettre au point les problèmes de l'amélioration foncière et des fumures minérales d'entretien;

- cas des sols que l'on exploite directement avec leur fertilité actuelle; ici le problème est plus difficile, car les fumures d'entretien sont évolutives, comme nous l'avons déjà signalé; ces fumures d'entretien doivent être adaptées, non seulement aux besoins de chaque culture, mais aussi aux carences du sol, elles doivent être "équilibrantes"; or le terrain n'ayant pas bénéficié d'une amélioration foncière, il peut y avoir apparition de carences nouvelles. L'expérimentation risque donc d'être compliquée dans ce cas, du fait qu'au facteur succession culturale proprement dite, peut s'ajouter le facteur fumure d'entretien. Et cependant, de telles études présentent une grande importance, car elles intéressent directement le petit exploitant agricole, qui n'est pas en mesure de consacrer des sommes importantes à l'amélioration de ses terres; il s'agit de mettre à sa disposition un système d'exploitation qui soit un compromis entre la nécessité d'exclure les dépenses excessives ou non immédiatement rentables et une autre nécessité, non moins impérative, celle d'assurer au moins la conservation de la fertilité actuelle de son sol; c'est dans cette optique que les essais de rotations ont été réalisés jusqu'ici à SEFA; il faut d'ailleurs les poursuivre et on pourrait envisager pour 1963 la mise en place des trois essais suivants :

- recherche de la meilleure alternance Arachide- Céréale;
- introduction du Cotonnier dans la rotation;
- recherches préliminaires à l'introduction d'une sole fourragère.

- Essai de rotations arachide - céréale -

Principe : on comparera une succession quadriennale EV - A - C - A - et une succession sexennale EV - A - C - A - C - A, à une succession ininterrompue EV - A - C - A - C - A - C - A - C - A - C - A.
(E.V . = Sorgho engrais vert; A = arachide; C = céréale).

Au bout de 12 ans, après trois cycles successifs quadriennaux et deux cycles successifs sexennaux, on aura une culture d'arachide dans toutes les parcelles et un bilan complet pourra alors être établi.

.../....

Les céréales comparées seront le riz (R), le mil (M), et le maïs (Z).

Dans les successions ininterrompues pendant douze ans, la céréale sera le mil, culture plus traditionnelle que celle du riz ou du maïs. Il y aura trois rotations quadriennales:

EV - A - R - A; EV - A - M - A; EV - A - Z - A.

Les rotations sexennales seront au nombre de neuf:

E.V - A.R.A.R.A. E.V - A.M.A.R.A. E.V - A.Z.A.R.A.
E.V - A.R.A.M.A. E.V - A.M.A.M.A. E.V - A.Z.A.M.A.
E.V - A.R.A.Z.A. E.V - A.M.A.Z.A. E.V - A.Z.A.Z.A.

Il y aura donc au total 13 rotations.

D'autre part, une expérimentation bien conçue doit permettre d'évaluer l'influence climatique des années successives; c'est pourquoi il faudra réaliser au moins deux séries d'essais du même type, décalées d'un an, dont les engrais verts seront enfouis respectivement en 1963 et en 1964. Ce nombre de deux séries seulement peut paraître insuffisant, car généralement on recommande de réaliser pour chaque rotation autant de séries qu'il y a de cultures successives dans la rotation; en raison du grand nombre de rotations mises à l'étude ici, ce n'est évidemment pas possible; il semble cependant que ces deux séries puissent suffire en raison de la répétition de l'alternance arachide-céréale tous les deux ans; supposons par exemple que le rendement en Maïs soit faible au cours d'une année donnée, à un stade quelconque de l'une des rotations; on pourrait être tenté d'attribuer ce faible rendement à une incompatibilité de la culture avec la succession culturale étudiée; mais il peut aussi être dû à des conditions climatiques défavorables; cette dernière hypothèse devrait pouvoir être vérifiée en comparant aux rendements en maïs qui seront obtenus l'année suivante dans l'autre série, puis deux ans après dans la première série etc... car il y aura une culture de maïs tous les ans.

Cinq répétitions seront prévues, si bien qu'il faudra prévoir dès le début $13 \times 2 \times 5 = 130$ parcelles. Chacun des cinq blocs sera divisé en deux sous-blocs auxquels seront affectés au hasard les deux séries; dans chaque sous-bloc de 13 parcelles, les 13 rotations seront réparties au hasard.

Les différentes cultures recevront les fumures suivantes:

- engrais vert : phosphatage de fond avec phosphate de Taïba à raison de 500kg à l'hectare.
- arachide : 150 kg/ha d'une formule NPK 6 - 10 - 20;
- céréales: 150kg/ha d'une formule NPK 14 - 7 - 7;

Il serait très utile de suivre l'évolution de la fertilité du sol par des analyses d'échantillons de terres prélevés chaque année.

Un plan complet de l'essai est donné en annexe (Annexe 5).

Ce projet d'essai sera soumis au Service de Méthodologie de l'I.R.A.T et aux statisticiens du Service de Biométrie de l'O.R.S.T.O.M. avec lesquels nous avons d'ailleurs déjà eu des entretiens à ce sujet.

- Essai de rotations à base de cotonnier :

un essai de ce genre avait été réalisé à SEFA en 1962; mais pour diverses raisons, cet essai doit être recommencé; il devra en particulier être mis en place sur un terrain qui n'ait pas reçu au cours des années précédentes des fumures à doses très variables d'une parcelle à l'autre, ce qui crée une grande hétérogénéité.

Le plan de l'essai initial était le suivant :

- facteurs étudiés :

- deux rotations: la première, conservatrice à cycle quadriennal: sorgho engrais vert - cotonnier - mil - arachide, et la seconde, intensive sans sole régénératrice, à cycle triennal; cotonnier - mil - arachide.

- trois doses de fumure dont une nulle d_0 et deux effectives d_1 et d_2 , d_2 étant double de d_1 ; ces fumures étaient différentes d'une culture à l'autre et d'une rotation à l'autre:

.../....

Rotation quadriennale		Rotation triennale	
sorgho engrais	!	:	!
vert: 0,500 et 1000kg	!	:	!
: par ha de phos-	!	:	!
phate tricalci-	!	:	!
que.	!	:	!
:	!	:	!
cotonnier	!	cotonnier	!
: 0,20 et 40kg	!	: 0,15 T et 30T/ha de	!
: par ha d'azcto.	!	: fumier.	!
:	!	:	!
: 0,10 et 20kg	!	: 0,150 et 300kg/ha de	!
: par ha de K20	!	: 13,3 - 13,3-0	!
:	!	:	!
mil	!	mil	!
: 0,45 et 90kg	!	: 0,150 et 300kg/ha de	!
: par ha d'azote	!	: 14-7-7	!
:	!	:	!
arachide	!	arachide	!
: 0,45 et 90 kg	!	: 0,150 et 300kg/ha de	!
: par ha de K20	!	: 6-20-10	!

- dispositif expérimental :

8 blocs de 7 parcelles initiales chacun, recevant au hasard les sept séries décalées dans le temps (quatre séries pour le cycle quadriennal et trois pour le triennal). Ces parcelles initiales étaient subdivisées chacune en trois parcelles élémentaires recevant au hasard les doses d'engrais d₀, d₁ et d₂.

On peut suggérer quelques modifications pour la planification du nouvel essai:

- on peut d'abord alléger considérablement l'essai en réduisant le nombre des blocs à quatre, au lieu de huit, car dans un dispositif de ce genre, avec séries décalées dans le temps, il existe déjà des répétitions internes;
- la randomisation des sept séries dans chacun des blocs doit être totale;
- le plan d'application des fumures doit être respecté dès le début; en particulier il faut éviter d'apporter du phosphate tricalcique sur les parcelles qui en première année sont cultivées en arachide, sous le prétexte que les parcelles en engrais vert en reçoivent;

.../....

- enfin le choix des fumures pourrait prêter aussi à discussion sur certains points: étant donné par exemple que la rotation quadriennale reçoit une fumure organique constante constituée par l'engrais vert, ne serait-il pas préférable de prévoir aussi pour la rotation triennale une fumure organique constante constituée par un apport uniforme de 20 tonnes de fumier sur la sole de cotonnier?

- Recherches préliminaires relatives à l'introduction d'une sole fourragère dans la rotation :

Cette étude déjà commencée par la Section de Botanique et la Section d'Etudes Agro-pastorales du Centre de Bambey doit être poursuivie en 1963 à SEFA; les recherches doivent porter sur les possibilités d'adaptation à l'écologie de la Casamance, des Légumineuses et des Graminées mises en observation, sur leurs meilleurs précédents culturels, sur le temps optimum d'occupation du terrain; elles devraient être complétées par des déterminations de valeur fourragère, ainsi que par des observations sur le système racinaire des plantes et leur action sur la structure du sol.

. 3 - Recherches sur la fertilisation des sols .

Comme nous l'avons déjà signalé, on peut se fixer deux objectifs, soit une amélioration foncière grâce à une fumure massive et complète susceptible d'assurer de forts rendements, soit une amélioration partielle obtenue par une fumure NPK modérée; la première méthode serait la solution idéale sur le plan technique et il importe de la mettre à l'étude dès maintenant; mais pour des raisons d'ordre économique faciles à comprendre, il faut poursuivre les recherches par la deuxième méthode.

- Amélioration foncière des sols :

Les études antérieures ont permis de préciser bien des points: grand intérêt du phosphatage de fond - nécessité de la fumure potassique et azotée - efficacité de l'enfouissement d'engrais vert. Si une première série d'essais en vases de végétation peut être réalisée en avril-mai, on disposera d'une information complémentaire utile sur la nature des autres facteurs limitants à apporter dans la fumure.

L'essai suivant sera réalisé en 1963 :

a/ - principe:

- recherche de la fertilité potentielle de l'un des types de sols de la Station, par apports uniformes de matière organique, de calcium, magnésium et oligoéléments et par apports à doses croissantes d'azote, phosphore et potassium;

- recherche de la fumure d'entretien NPK optima à apporter sur les cultures qui suivront l'année de l'amélioration foncière; ce facteur ne sera étudié dans cet essai qu'au point de vue de la dose, l'équilibre retenu étant choisi plus ou moins arbitrairement en fonction des résultats acquis par des études antérieures;

b/ - les traitements :

certaines traitements seront appliqués, nous l'avons vu, de façon uniforme sur toutes les parcelles : matière organique (engrais vert de sorgho engrais vert), chaux et magnésie (200kg à l'hectare de chaux magnésienne à 30 pour 100 environ de MgO et 40 pour 100 de CaO) - oligoéléments (5kgs de nutramine à l'hectare).

Les autres traitements, au nombre de quatre, seront appliqués à trois doses, dont une dose nulle d0 et deux doses effectives d1 et d2 (d2 étant le double de d1), assez fortes pour que ces éléments ne soient plus facteurs limitants:

- Amélioration foncière :

Sulfate d'ammoniaque	Phosphate de Taïba	Chlorure de potassium
à 20 pour 100 de N	à 34 pour 100 de	à 60 pour 100 de
	P_2O_5	K_2O
Nc : 0kg/ha	Pc : 0 tonne/ha	Ko : 0kg/ha
N1 : 250kg/ha	P1 : 1 tonne/ha	K1 : 100kg/ha
N2 : 500kg/ha de	P2 : 2 tonnes/ha	K2 : 200kg/ha de
sulfate	de phosphate de	chlorure de
d'ammoniaque	Taïba	potassium

.../....

- Fumures d'entretien :

Sur arachide avant le semis	Sur Riz avant le semis	Sur riz au tallage
0 kg / Ha	0 kg / Ha	0 kg / Ha
200 kg / Ha	200 kg / Ha	100 kg / Ha
400 kg / Ha	400 kg / Ha	200 kg / Ha
de NPK 6.10.20	de NPK 14.7.7.	de sulfato
		d'ammoniaque

Il faut noter que le sulfate d'ammoniaque apportera, outre l'azote, du soufre; de même le phosphate de Taïba apportera à la fois P et Ca, donc le calcium n'interviendra pas à dose constante du fait de la chaux magnésienne, mais à doses croissantes; enfin l'action de la nutramine sera celle d'un mélange de six oligoéléments: fer, cuivre, zinc, manganèse, molybdène et bore. On ne pourra donc pas dégager, dans cet effet essai, l'effet propre de chaque élément; mais ce que l'on recherche pour l'instant, c'est une amélioration foncière globale du sol; il pourra être utile, par la suite de préciser cette action propre de chacun des éléments.

- plan expérimental : factoriel 3^4 ;

- dispositif: une seule répétition complète avec confounding, soit 81 parcelles; ce dispositif nous a été conseillé par le service de Biométrie de l'O.R.S.T.O.M.

a/ réalisation pratique de l'essai:

- choix du terrain: nous conseillons d'implanter cet essai sur sol beige, type de sol ferrugineux tropical très répandu en Moyenne Casamance;

- modalités d'application des engrais: tous les engrais de la fumure d'amélioration foncière seront enfouis avant le semis du sorgho engrais vert; cependant l'apport de sulfate d'ammoniaque sera fractionné (la moitié avant le semis, en même temps que les autres engrais, l'autre moitié au début du mois d'Août); l'engrais vert sera enfoui à l'époque qui a été reconnue comme étant la plus oppor-

tune à SEFA, au mois de septembre (à préciser par les spécialistes de SEFA et de BAMBEY); pour la fumure d'entretien, nous avons précisé ces modalités d'épandage précédemment;

- rotation :

1963 : sorgho engrais vert - 1964 : arachide - 1965 : riz -
1966 : arachide ;

On pourra continuer cette alternance arachide-riz, si les résultats des premières années le justifient ;

- surface et forme des parcelles :

à préciser sur place en fonction de l'expérience acquise; cette surface devrait être comprise entre 30 et 50 m² et la superficie totale de l'essai serait de un quart à un demi-hectare;

- un plan complet de la répartition des traitements est donné dans l'Annexe 5.

d/ - exploitation de l'essai :

l'action des traitements mis à l'étude sera testée de quatre façons différentes:

- enrichissement du sol: il sera absolument indispensable de suivre l'évolution de la fertilité du sol par l'analyse d'échantillons moyens de terre arable (0 à 20cm environ) prélevés dans toutes les parcelles deux fois par an, avant épandage des engrais et avant culture d'une part et après la campagne en début de saison sèche d'autre part. Les déterminations à effectuer seront les suivantes: granulométrie, matière organique, pH, éléments fertilisants, structure, eau du sol, indices biologiques. Cela représente évidemment un gros travail analytique, qui pourrait être allégé de différentes façons si nécessaire: analyse granulométrique et indices biologiques les deux premières années seulement; exécution d'une partie des analyses à Bambeï ou au Siège à Nogent-sur-Marne;

- croissance de l'engrais vert; pesée d'échantillons représentatifs de sorgho dans chaque parcelle avant l'enfouissement;

.../....

- rendements des cultures successives de la rotation;
- composition de la plante: analyse foliaire sur les différentes cultures, si la chose est possible.

- Fertilisation à court terme:

Des formules de fumure NPK adaptées aux cultures d'arachide, riz, mil et sorgho sont déjà appliquées sur l'exploitation de la SODAICA, à la suite des études conduites à la Station de SEFA; certaines sont l'objet d'un début de vulgarisation en petite exploitation; elles répondent assez bien à l'objectif que l'on s'était fixé, à savoir un accroissement immédiatement rentable des rendements, obtenu en conservant ou en améliorant la fertilité actuelle du sol. Mais il reste à effectuer des recherches similaires pour les cultures de diversification (maïs et cotonnier en particulier), et d'autre part, à préciser certains points relatifs aux modalités d'application de ces fumures (formes des engrais, date d'application et fractionnement de la fumure azotée sur les céréales); nous avons vu que certaines de ces études étaient déjà au programme 1962; il importe donc de les poursuivre:

a/ - fertilisation du maïs :

l'essai NPK qui était prévu pour 1962, mais qu'il n'a pas été possible de réaliser, sera repris; il s'agit d'un essai factoriel 3^3 avec confounding total de l'interaction de deuxième ordre et blocs incomplets de 9 parcelles.

b/ - fertilisation du cotonnier:

il serait souhaitable qu'un essai NPK sur cotonnier soit à nouveau réalisé en 1963, celui qui avait été mis en place à la demande de l'I.R.C.T en 1962 n'ayant pas permis de conclure quant à l'équilibre optimum;

c/ - étude des modalités d'application de la fumure azotée sur riz:

les deux essais réalisés en 1962 seront groupés en un seul: deux facteurs seront mis à l'étude, avec les modes d'intervention suivants:

- forme de l'engrais azoté: sulfate d'ammoniaque, perlurée;
- fractionnement de la fumure azotée:
 - tout au semis;
 - moitié au semis, moitié au tallage;

- un tiers au semis, un tiers au tallage, un tiers soit à la montaison six traitements, auxquels sera adjoint un témoin sans fumure azotée.

Toutes les parcelles recevront une fumure uniforme phospho-potassique constituée par 100kg de phosphate bicalcique et 50kg de chlorure de potassium à l'hectare.

L'azote sera appliquée à raison de 40 unités à l'hectare, soit 200kgs de sulfate d'ammoniaque ou 87kg de perlurée à 46 pour 100.

d/ - étude des modalités d'application de la fumure azotée sur mil:

selon les résultats de la campagne 1962, cet essai, réalisé par le C.R.A. de BAMBEY sera repris ou non. On peut suggérer la modification suivante: subdiviser les parcelles initiales, qui reçoivent les traitements travail du sol, en sept parcelles élémentaires seulement, à savoir six parcelles recevant au hasard les six combinaisons entre les deux doses effectives de fumure azotée et les trois modes de fractionnement et une septième parcelle pour un témoin sans engrais azoté; on ferait ainsi l'économie de $2 \times 3 \times 8 = 48$ parcelles pour l'ensemble de l'essai, et le calcul des interactions serait encore possible.

e/ - essai sur l'amélioration de la fertilité du sol par l'enfouissement d'un mélange de paille et de scories (méthode préconisée par le Professeur DHAR).

Cet essai dont le protocole avait été adressé à SEFA en 1962, n'a pu être réalisé en raison de la livraison trop tardive de scories; il pourrait être repris en 1963; le gros inconvénient d'une telle étude consiste dans la date précoce d'enfouissement du mélange de paille et de scories, deux ou trois mois avant la culture, donc à une époque où le sol est très sec; on pourrait alors prévoir de réaliser cet essai non à SEFA, mais à DJIBELOR où l'irrigation serait possible, si l'I.R.A.T. peut y commencer des travaux en 1963.

f/ essais multilocaux :

enfin la station de SEFA apportera sa contribution à la réalisation d'un réseau d'essais multilocaux d'engrais sur arachide et sur mil en Moyenne et en Haute Casamance.

B - Etudes sur la conservation des sols -

Nous avons signalé dans la première partie de ce rapport, les nombreuses observations effectuées par les pédologues et les agronomes, en matière d'évolution des profils sous culture et en matière d'érosion. Certaines de ces observations doivent être complétées ou précisées, d'autres sont déjà susceptibles d'application. Il faut prévoir :

1 - des recherches sur les rotations à adopter pour conserver la fertilité actuelle des sols; ce sujet a été traité dans le chapitre A précédent.

2 - des études sur l'érosion:

il a été décidé de poursuivre l'exploitation du dispositif mis en place et exploité précédemment par l'O.R.S.T.O.M.; ce dispositif comporte dix parcelles avec cuves réceptrices pour les eaux de ruissellement et les matériaux qu'elles entraînent. Quatre de ces parcelles ont une pente de 2 pour 100, deux 1,5 pour 100, et quatre 1 pour 100; ces quatre dernières reçoivent depuis 1962 les quatre cultures de la rotation quadriennale: sorgho engrais vert - cotonnier - sorgho grain - arachide en vue de contrôler l'influence des conditions climatiques au cours des années successives du cycle. Les prélèvements des eaux de ruissellement et de la terre entraînée seront faits en 1963 conformément aux techniques mises au point antérieurement et les analyses suivantes effectuées: granulométrie - matière organique - éléments fertilisants .

3 - l'intervention de la Station pour conseiller la mise en place de dispositifs antiérosifs, en cas de défrichement de terres nouvelles.

C - PROSPECTION et CARTOGRAPHIE -

Le plan de développement de la Casamance prévoit une augmentation de la production agricole par accroissement des rendements, mais aussi par accroissement des surfaces cultivées; dans ce dernier cas des prospections sont nécessaires.

D'autre part la mise en place d'essais multilocaux devrait toujours être précédée d'une prospection préexpérimentale destinée à orienter le choix des terrains; cette prospection devrait d'ailleurs être complétée par une analyse préexpérimentale d'échantillons de sols, qui permettrait de faire un choix parmi les différents terrains possibles, de façon à éliminer les facteurs de grande variabilité autres que les facteurs étudiés; cela permettrait également de choisir une gamme de variation aussi large que possible pour le ou les facteurs que l'on étudie; si par exemple on effectue une étude multilocale de l'influence de la fumure phosphatée, il faut choisir les terrains de façon qu'une gamme complète des teneurs en phosphore du sol, depuis les teneurs les plus faibles jusqu'aux plus élevées, soit représentée dans le réseau des points d'essais; c'est ainsi que l'on arrive à établir des échelles de fertilité assez précises, qui peuvent être très utiles par la suite, parce qu'elles permettent de fixer la dose de fumure sans expérimentation. Ces prospections et analyses préexpérimentales doivent donc être effectuées assez tôt, de façon que les résultats analytiques soient connus avant le choix définitif des terrains. Il n'est d'ailleurs pas toujours facile d'opérer ainsi, car on se trouve parfois en présence de sols uniformément pauvres.

D - CONDITIONS DE REALISATION DE CE PROGRAMME -

Le programme 1963 de la Station Expérimentale de SEFA ainsi esquissé est très varié et très chargé; il comporte des expérimentations en station et en essais multilocaux, des prospections et des études analytiques au laboratoire; certaines recherches expérimentales reçoivent une orientation tout-à-fait nouvelle. Sa réalisation intégrale suppose certains moyens de travail nouveaux et certains aménagements au point de vue de l'organisation de la recherche.

1 - Les moyens de travail nécessaires :

- Personnel et main d'oeuvre :

La nomination d'un Directeur à la Station de SEFA permettra d'assurer une coordination et un contrôle directs des travaux par les divers services.

.../....

La présence d'un chimiste à formation agronomique ou d'un pédologue à formation agronomique est indispensable. Il faut également prévoir un Ingénieur des Travaux Agricoles pour l'expérimentation multilocale des différents services, du Service d'Agro-pédologie en particulier.

Le personnel subalterne devrait comporter:

- deux techniciens, l'un pour le laboratoire, l'autre pour l'expérimentation et la prospection; actuellement c'est le même agent, aide-conducteur d'agriculture, qui remplit ces deux rôles, ce qui présente l'inconvénient de le tenir éloigné du laboratoire pendant toute la période d'expérimentation, c'est-à-dire plus de la moitié de l'année;
- trois aides de laboratoire, pour l'exécution des analyses courantes; il n'en existe qu'un actuellement.

La main-d'oeuvre devra également être renforcée; main-d'oeuvre permanente : un manoeuvre supplémentaire au laboratoire;
main-d'oeuvre temporaire: une dizaine de manoeuvre supplémentaires pendant la période d'expérimentation, c'est-à-dire au moins six mois.

- Petits investissements:

- construction d'un petit abri pour l'expérimentation en vases de végétation;
- construction de deux cases pour personnel subalterne;
- aménagement d'un magasin pour les récoltes des essais;
- achat de complément d'équipement pour le laboratoire: (ventilateur de hotte - agitateur rotatif - étuve - bain de sable - classeur métallique).

- Terrains d'expérimentation :

en raison des nombreux essais d'engrais effectués sur la Station au cours des dernières années, nous avons pu constater, à l'examen du plan parcellaire, qu'il est devenu très difficile de trouver des terrains permettant une réalisation satisfaisante de nouveaux essais, tous ces essais comportaient en effet des apports de phosphate et en particulier de phosphate naturel à forte dose pour certains, si bien que l'on peut trouver sur un même terrain des petites parcelles à faible teneur en P_2O_5 , parce qu'elles étaient des parcelles témoins, contiguës à d'autres parcelles qui ont conservé une teneur assez élevée même plusieurs années après avoir

.../....

été fumées. Il apparaît donc nécessaire de disposer de nouveaux terrains; après consultation du Directeur de la SODAICA, une demande a été adressée à Monsieur le Ministre du Développement du Sénégal, sollicitant la prise en gestion par la Station de SEFA de 10 à 20 hectares de la concession de la SODAICA situés à proximité de la Station.

- Matériel d'expérimentation .

Une première série de vases de végétation et de produits chimiques nécessaires à l'expérimentation 1963 va être adressée par le Service Fertilité et Fertilisation du Siège, à la Station de SEFA; il appartiendra au Directeur de la Station de prévoir un complément d'équipement pour l'expérimentation future.

Le stock d'engrais de la Station doit être renouvelé; nous avons dressé avec le chef de la Station et le Chef du Service d'Agropédologie, la liste suivante qui devait être adressée à la Société Sénégalaise d'engrais et de produits chimiques à Dakar:

Sulfate d'ammoniaque;
Perlurée;
Phosphate bicalcique;
Phosphate tricalcique de Taïba;
Scories;
Superphosphate triple;
Chlorure de potassium;
Bicarbonate de potasse;
Chaux magnésienne;
Nutramine.

2 - Organisation et coordination des recherches - Articulation du Secteur de Recherches Agronomiques de la Casamance avec le Centre de Recherches Agronomique de BAMBEY.

Le principe de base est le rattachement scientifique et technique des Services de recherches de SEFA aux Services homologues du Centre de BAMBEY. Ce rattachement implique :

- l'examen et la critique des programmes et des plans de campagne établis par les chercheurs de SEFA avec accord de leur Directeur, par le Centre de Bambeï; à cet effet ces documents seront adressés, dans le courant du mois d'Avril au plus tard, à BAMBEY d'une part et au Siège d'autre part; les observations éventuelles des services du Siège seront adressées au Centre de BAMBEY, qui devra donner son avis par écrit à SEFA avant le 15 Mai;

- le contrôle de l'exécution des plans de campagne à SEFA par les chercheurs de BAMBEY; plusieurs déplacements devront donc être prévus chaque année pendant la période des cultures;
- l'examen et la critique des résultats annuels de SEFA, des conclusions qu'ils permettent de formuler quant aux programmes futurs de recherche et à l'opportunité de passer aux stades des essais multilo-
caux, des champs de démonstration ou de la vulgarisation; à cet effet ces résultats seront adressés, dès que l'analyse statistique sera terminée, à BAMBEY d'une part et au Siège d'autre part; les observations éventuelles des services du Siège seront adressées au Centre de BAMBEY;
- une aide matérielle du Centre de BAMBEY à la Station de SEFA, chaque fois que cela se révélera indispensable et sera possible: formation du personnel d'exécution - dépannage en matériel, produits chimiques ou engrais - obtention de la détaxe douanière pour le matériel et les produits de laboratoire - transmission de documents techniques - exécution d'une partie des analyses d'échantillons de terres - analyse statistique des résultats.
- des prises de contact et des échanges de vues fréquents entre les Directeurs et les chercheurs des deux stations; plusieurs visites annuelles du personnel de SEFA à BAMBEY et inversement - présence d'un représentant de SEFA aux réunions hebdomadaires les plus importantes de BAMBEY - organisation de petites réunions à SEFA, à l'occasion de visites du Directeur ou des chercheurs de BAMBEY; ces visites pourraient être organisées par groupes de deux ou trois personnes en vue de permettre un plus large échange de vues au cours de ces petites réunions, et aussi pour réaliser une économie sur les transports - uniformisation des méthodes d'expérimentation et d'analyse: à cet effet les chefs de Service de SEFA devront prévoir, avant la campagne 1963, de courts stages de leur personnel technicien à BAMBEY; le chef du Service d'Agropédologie devra en particulier faire un court séjour à BAMBEY dès que possible afin d'organiser avec le Chef de la Division Sols l'uniformisation des techniques de mise en place des essais et des méthodes d'analyse,

.../....

le planning des travaux de laboratoire pour la campagne 1963, ainsi que les stages de son personnel d'exécution à tour de rôle.

En résumé, outre ce travail d'organisation et de coordination des recherches il faut prévoir comme personnel supplémentaire à la Station de SEFA un technicien et deux aides de laboratoire, et comme dépense d'investissements une somme minima de 1,5 million de francs C.F.A.; cette somme comprend en particulier la construction de deux cases pour le personnel subalterne qui semble indispensable, si l'on veut conserver ce personnel sur place.

CONCLUSIONS GENERALES

- 1 - L'amélioration de la production rizicole au Sénégal constitue l'un des objectifs prioritaires du programme de développement agricole; l'amélioration des sols constituant l'un des moyens de réalisation de cet objectif, les études sur la fertilité et sur la fertilisation présentent donc la plus grande importance.
- 2 - Les recherches effectuées jusqu'à ce jour dans ce domaine offrent un bilan très largement positif. Pour la riziculture pluviale en Moyenne Casamance, le problème de la conservation du sol par la rotation culturale et par les fumures d'entretien et le problème de l'amélioration de la fertilité par le phosphatage et l'enfouissement d'engrais vert sont en bonne voie de résolution. Pour la riziculture irriguée dans le delta du Sénégal les recherches sur la fumure azotée ont été poussées très loin.
- 3 - Il reste cependant bien des problèmes à résoudre. L'un des plus importants est celui de l'amélioration foncière des sols et les études préliminaires nécessaires sont prévues pour la campagne 1963. Un autre problème capital est celui de la chimie des sols de la Basse - Casamance; il serait utile qu'un spécialiste puisse s'y consacrer pendant quelques années.
- 4 - La coordination des recherches futures qui sera effectuée par le Centre de Recherches Agronomiques de Bambey d'une part et par les Services Centraux de l'I.R.A.T. d'autre part, constitue un gage certain d'efficacité. Cette coordination devra d'ailleurs, dans certains cas, aller jusqu'à la collaboration active, que ce soit en matière de prospections ou d'analyse, ou en matière d'expérimentation; sur ce dernier point il convient d'insister tout particulièrement sur l'importance de l'étude préalable des terrains d'expérimentation, de la planification des essais et de l'exploitation des résultats par un service de statistique bien équipé.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - FAUCK, R, 1955 - Etude pédologique de la région de Sédhiou(Casamance) .
Agric.Trop., vol X, n° 6,752-793.
- 2 - BOUCHET, P, FAUCK, R, WERTS,R et collaborateurs.
Rapports annuels et Notes techniques diverses de la Station Expérimentale de Séfa.
- 3 - BOUYER, S, - 1954 - L'emploi des phosphates de Thiès dans l'agriculture sénégalaise.
C.R. IIè, Conf Interaf.Sols, Léopoldville, vol II, section III, B, ; document 111, 1395-1414.
- 4 - TOURTE,R. FAUCHE,J. BOUYER,S. - 1957 - L'amélioration foncière des sols en Afrique Occidentale sèche.
Annales C.R.A. Bambey, année 1957, 55-104.
- 5 - MAGNE,C. 1961 - The cultivation of Upland Rice in rotation with Groundnut in Sénégal.
The Newsletter of the International Rice Commission.
Vol. IX n° 4.
- 6 - BONFILS,P. 1963 - Recherches sur les assolements permettant la modernisation de l'agriculture de savane en Casamance.
Conf. O.N.U Genève.
- 7 - MAGNE, C. - 1960 - Essais d'engrais en Basse Casamance.
Archives Station SEFA.
- 8 - Archives des Services de l'Agriculture du Sénégal et de la Station Expérimentale de Richard-Toll.
- 9 - BONFILS,P, et FAURE ,J. 1961 - Etude des sols du Bao-Bolon.
Agron.Trop., Vol XVI, n° 2, 127-147.
- 10 - MARTINE,P. 1948 - Premiers travaux de mise en valeur du delta du Fleuve Sénégal.
Agron.Trop. vol.III,N °1-2, - 3-17.

- 11 -BOUYER,S. 1948 - Contribution à l'étude agrologique des sols du Sénégal
(Casamance exceptée)
1ère Conf.Interaf. des sols, Goma, communication N° 101,
Bulletin agricole du Congo, vol. XL, fasc.1; 887-1020.
- 12 - MAYMARD,J et COMBEAU , A - 1960 - Effet résiduel de la submersion sur
la structure du sol.
Sols Africains, vol.V, n° 2, 123-148.
- 13 - MARTINE P,- 1954 - Recherche d'un assolement à Richard - Toll.
Archives service Riz I.R.A.T.
- 14 - MARTINE P,- 1954 - Rapport sur les essais d'engrais azotés exécutés à
Richard - Toll.
Archives Service Riz - I.R.A.T.
- 15 - MARTINE P, MAGNE C, CHATEAU,R, COUEY,M.
Rapports annuels du Casier Expérimental de Richard-Toll.
- 16 - MARTINE ,P. et BOUYER,S.- 1951 - La fumure des rizières à Richard-Toll.
Agron.Trop., vol.VI,Nos 7-8, 370-383.
- 17 - BOUYER,S.; MAGNE,C, MARTINE P; - 1957 - Réponse du riz à la fumure en
riziculture aquatique au Sénégal.
Riz et Riziculture, 2è et 3è trimestre 1957, 60-64.
- 18 - TOMLINSON, T.E.- 1957 - Changes in a sulphide containing mangrove soil on
drying and the effect on the suitability of the soil for
the growth of rice.
Empire Jl Expér. Agric, 25, 108-118.
- 19 - JORDAN, H.D, 1959 - The utilisation of saline mangrove soils for rice
growing.
IIIè Conf.Interaf.Sols, Dalaba, vol I, 327 - 331.
- 20 - HART, M.G.R, 1959 - Sulphur oxydation in tidal mangrove soils of Sierra
Leone.
Plant and Soil, vol XI, 3, 215-236

A N N E X E 1

Composition moyenne des deux principaux types
de sols en Moyenne Casamance (d'après FAUCK)

(Horizons superficiels sous forêt)

Eléments déterminés	Sols beiges	Sols rouges
- Pour 100gr de terre		
-sable grossier	25 à 40	32 à 40
- sable fin	40 à 53	44 à 48
- limon	0 à 6	1,5 à 4,5
- argile	8 à 15	9 à 14
- matière organique	1,6 à 2,2	2,0
- Pour 1000g de terre:		
- azote total	0,4 à 1,1	0,62 à 0,70
- P ₂ O ₅ total	0,16 à 0,30	0,13
- Pour 100g de terre:		
en meq.		
- Ca échangeable	1,1 à 3,9	2 à 3
- Mg "	0,5 à 1,9	1,2 à 1,5
- K "	0,08 à 0,46	0,10 à 0,12
- Na "	0,06 à 0,08	0,09 à 0,11
- pH	6,2 à 6,8	6,4

A N N E X E 2

Etudes sur l'érosion à la Station Expérimentale de SEFA

!	!	Parcelle 1		!	Parcelle 2		!	Parcelle 7		!	Parcelle 5		!													
!	Années!	(pente 2%)		!	(pente 2%)		!	(pente 1,5%)		!	(pente 1%)		!													
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!													
!	!	Cul-	a	!	b	Cul-	a	!	b	Cul-	a	!	b													
!	!	tures!	!	!	!	tures!	!	!	!	tures!	!	!	!													
!	1955	!	J	!	119,9	!	5,6	!	R _M	!	149,3	!	27,1	!	E _V	!	26,1	!	14,2	!	A _M	!	117,8	!	14,9	!
!	1956	!	A _T	!	133,1	!	5,8	!	A _M	!	139,5	!	10,8	!	A	!	16,8	!	4,3	!	R	!	122,3	!	6,2	!
!	1957	!	R _T	!	122,4	!	7,0	!	R _M	!	125,3	!	9,8	!	R	!	20,5	!	9,5	!	A	!	112,3	!	6,7	!
!	1958	!	A _T	!	125,0	!	22,2	!	A _M	!	136,6	!	38,5	!	A	!	32,8	!	18,9	!	R	!	137,5	!	47,8	!
!	1959	!	J	!	111,6	!	2,0	!	E _V	!	127,2	!	7,2	!	R	!	24,4	!	5,7	!	E _V	!	112,1	!	3,0	!
!	1960	!	A _T	!	123,6	!	4,5	!	A _M	!	136,7	!	11,0	!	A	!	29,7	!	7,0	!	A	!	129,4	!	7,0	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	

a : ruissellement pour 100 - b - érosion en tonnes par ha

J : jachère - E.V. : engrais vert

A : arachide - A.M. : arachide en culture mécanique -

A.T. : arachide en culture traditionnelle.

R : Riz - R.M. : riz en culture mécanique - R.T. : riz en culture traditionnelle.

Nota : Si l'on excepte les chiffres obtenus dans la parcelle 5 en 1958, qui semblent anormalement élevés, on peut récapituler les résultats de la façon suivante:

Parcelles	Pentes	Ruissellement pour 100	Erosion en tonnes / ha
5	1 pour 100	12 à 29	3 à 15
7	1,5 "	16 à 32	4 à 18
1 (culture traditionnelle)	2 "	11 à 33	2 à 22
2 (culture mécanique)	2 "	25 à 49	7 à 38

A N N E X E 3

Etude comparative de deux successions
culturales à la Station Expérimentales
de S E F A

(Rendements en Kg/Ha)

!	! Culture	! Alternance arachide - Riz	!
!	! continue de	! (F ₂ C)	!
! Années	! Riz	! Arachide	! Riz
!	! (F2b)	!	!
! 1954	! 220	! 745	!
! 1955	! 1.095	!	! 2.060
! 1956	! 530	! 1.655	!
! 1957	! 835	!	! 2.145
! 1958	! 1.265	! 1.030	!
! 1959	! 695	!	! 1.965
! 1960	! 150	! 1.260	!
! 1961	! 228	!	! 860
! 1962	! moins de 10kg	! 1.200	!

Nota : Le rendement très faible de la parcelle F2b en 1954 (220kg)
s'explique par l'emploi d'une variété de riz très mal adaptée.
En 1962, le rendement fut pratiquement nul par suite de piri-
culariose et d'échaudage.

A N N E X E 4

Exemples de composition des sols de RICHARD - TOLL

! Eléments déterminés	! Sol Hollaldé	! Sol Fondé
! - Pour 10Cgr de terre	!	!
! - sable grossier	! 2 à 6	! 2 à 10
! - sable fin	! 20 à 40	! 55 à 70
! - Limon	! 10 à 20	! 15 à 30
! - Argile	! 40 à 70	! 20 à 40
! - Matière organique	! 0,8 à 2,0	! 0,4 à 1,2
!	!	!
! - Pour 100Cg de terre	!	!
! - Azote	! 0,50 à 10,60	! 0,30 à 0,60
! - P^{25} total	! 0,30 à 0,50	! 0,25 à 0,40
!	!	!
! - Pour 100Cg de terre en meq.!	!	!
! - Ca échangeable	! 7 à 10	!
! - Mg "	! 7 à 9	!
! - K "	! 0,15 à 0,30	!
! - Na "	! 0,9 à 1,5	!
!	!	!
! - pH	! 5,0 à 6,5	!

A N N E X E 5

Plan de l'essai de rotations arachide - céréale
prévu pour 1963 à S E F A

1°/ - Définition des rotations .

a/ 1ère série, débutant en 1963.

ANNEES	Rotations quadriennales			Rotations sexennales									Alternan- ce continue
	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13
1963	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V
1964	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1965	R	M	Z	R	R	R	M	M	M	Z	Z	Z	M
1966	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1967	E.V	E.V	E.V	R	M	Z	R	M	Z	R	M	Z	M
1968	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1969	R	M	Z	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	E.V	M
1970	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1971	E.V	E.V	E.V	R	R	R	M	M	M	Z	Z	Z	M
1972	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1973	R	M	Z	R	M	Z	R	M	Z	R	M	Z	M
1974	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

b - 2è série, débutant en 1964

Mêmes successions culturales , mais débutant toutes en 1964 et se terminant en 1975.

2°/ - Randomisation des rotations dans les blocs.

2^e série

R 7
R 1
R 5
R 12
R 4
R 11
R 3
R 2
R 9
R 10
R 13
R 3
R 6

1^{ère} série

R 6
R 10
R 5
R 12
R 7
R 9
R 4
R 1
R 2
R 13
R 11
R 8
R 3

Répétition

1

1^{ère} série

R 4
R 13
R 1
R 11
R 3
R 9
R 8
R 10
R 2
R 12
R 5
R 6
R 7

2^e série

R 2
R 12
R 11
R 3
R 4
R 10
R 5
R 6
R 3
R 7
R 1
R 9
R 13

Répétition

2

1^{ère} série

R 1
R 12
R 6
R 3
R 13
R 4
R 5
R 7
R 3
R 9
R 10
R 11
R 2

2^e série

R 3
R 1
R 8
R 2
R 11
R 6
R 4
R 9
R 10
R 12
R 5
R 13
R 7

Répétition

3

2^e série

R 3
R 4
R 8
R 11
R 9
R 6
R 5
R 1
R 12
R 10
R 7
R 13
R 2

1^{ère} série

R 4
R 9
R 1
R 12
R 3
R 7
R 13
R 11
R 3
R 10
R 2
R 6
R 5

Répétition

4

1^{ère} série

R 8
R 3
R 10
R 7
R 11
R 13
R 6
R 5
R 1
R 9
R 4
R 2
R 12

2^e série

R 12
R 7
R 3
R 8
R 9
R 1
R 4
R 6
R 11
R 5
R 13
R 10
R 2

Répétition

5

A N N E X E 6

Plan de l'essai d'amélioration foncière du sol

prévu pour 1963 à S E F A

- Plan 3⁴.

9 blocs incomplets de 9 parcelles

1 seule répétition

Les traitements sont désignés par des nombres de quatre chiffres obtenus d'après le code suivant :

1er chiffre à gauche : azote : 0 = Nc; 1 = N1; 2 = N2

2è chiffre : phosphore: 0 = Po, 1 = P1; 2 = P2

3è chiffre : potassium: 0 = Ko; 1 = K1; 2 = K2

4è chiffre ou 1er chiffre à droite : fumure d'entretien :

0 = dose dc; 1 = dose d1;

2 = dose d2

par ex: le traitement 2021 (le premier du bloc 4) correspond à:

N2 Po K2 d1.

. Plan de la répartition des traitements dans les neufs blocs:

Bloc 1 :	1011	2212	1200	0002	0221	1122	0110	2101	2020
Bloc 2 :	1020	0011	1101	2002	0200	2110	1212	0122	2221
bloc 3 :	1022	1100	2220	2001	2112	0010	0121	1211	0202
Bloc 4 :	2021	1120	2102	0000	0222	2210	0111	1012	1201
Bloc 5 :	0022	1220	2202	2010	1112	0211	0100	1001	2121
Bloc 6 :	0112	2022	1121	0001	2211	0220	2100	1010	1202
Bloc 7 :	0201	1210	2111	2000	1021	2222	0120	0012	1102
Bloc 8 :	2122	1221	1000	2200	0101	2011	0210	1110	0020
Bloc 9 :	0210	2120	2012	1111	2201	1000	0021	1222	0102

*

*

*